29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado

10, 11 y 12 de Febrero 2021

ISBN: 978-84-09-28033-9
Edita: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).

Índice

CONFERENCIAS

La didáctica de las ciencias experimentales ante los nuevos retos que se plantean en la sociedad actual 13

El dilema hamletiano sobre STEAM: Ser o no ser para el desarrollo competencial 14

Desarrollo profesional en contexto. Una perspectiva necesaria para mejorar la educación científica 15

La modelización en su dimensión instrumental: líneas de investigación en la enseñanza de las ciencias 16

Educación científica y Sociedad. La educación científica frente al reto de los Objetivos de la Agenda 2030 17

COMUNICACIONES ORALES

CO.01 ¿Qué entienden por célula los estudiantes de 4º de ESO? Una mirada a través de sus dibujos 19

CO.02 Evaluación entre iguales representativa e inmediata con dispositivos móviles en el aula de Ciencias: MOARS 28

CO.03 Conocimientos de los maestros de primaria en formación inicial sobre la polinización y las abejas como insectos polinizadores 36

CO.04 Estudio de relaciones entre las creencias de futuros docentes sobre la evaluación del aprendizaje en ciencias 42

CO.05 El modelo de ecosistema en maestros en formación inicial 51

CO.06 Modelización de la estructura y dinámica de los acuíferos 59

CO.07 Modelización en la formación de futuro profesorado de Infantil: el caso de la molécula de agua 67

CO.08 Análisis de las emociones vinculadas al proceso de descubrimiento del interior de una caja negra 75

CO.09 Competencias para buscar, seleccionar y valorar información sobre ciencia en Internet al final de la educación obligatoria: Un estudio exploratorio 83

CO.10 La problemática del Mar Menor: una aproximación divulgativa a través del Museo de la Ciencia y el Agua 92

CO.11 Desempeños del alumnado y uso del conocimiento epistémico en el diseño y justificación de un experimento sobre seguridad alimentaria 101

CO.12 Control de la comprensión en problemas resueltos: diferencias entre problemas de ciencias y problemas de la vida diaria. 109

CO.13 El empuje del aire. Una propuesta para su estudio en educación primaria 118

CO.14 Conocimiento epistémico utilizado por futuros maestros en el diseño de una investigación para identificar microplásticos en arena de playa 126

CO.15 ¿Es ecológico mi huerto escolar? Variables que contemplan los estudiantes del Grado de Educación Infantil 133
CO.16 Profesorado en formación inicial: visión de ciencia y cambio emocional 141
CO.17 La evolución de las preguntas investigables en la formación inicial del profesorado 149
CO.18 ¿Cómo utilizan sus competencias profesionales en didáctica de las ciencias los alumnos del Grado en Educación Primaria durante sus Prácticas Escolares? 157
CO.19 Narrativa de historias de creación de valor: un marco analítico para el estudio etnográfico de una Comunidad de Práctica Virtual de profesores de Física 164
CO.20 Diseño e implementación de una unidad didáctica sobre cinética química en la ESO 173
CO.21 El efecto invernadero, principio y fin en la formación de profesores de secundaria. Una experiencia con Arduino a través de indagación 180
CO.22 WebCiencia, experiencias STEAM implementadas en el aula de primaria. Valoración y análisis de utilidad 189
CO.23 Explorando Marte: un proyecto de aprendizaje de las ciencias basado en indagación para la Educación Infantil 197
CO.24 El aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza desde las didácticas específicas en Educación infantil: La construcción de un hotel de insectos 206
CO.21 Ideas alternativas de maestros de Infantil en formación sobre el Cambio Climático 213
CO.26 Análisis de la interacción profesor-alumno en el contexto de actividades de modelización con estudiantes de física de bachillerato 222
CO.27 Educación STEAM integrada y desarrollo de la competencia científica en Educación Primaria 231
CO.28 Análisis de la conciencia ambiental sobre la producción y consumo de carne desde el enfoque de los métodos mixtos 238
CO.29 "Porque todos son "avances" de un animal que existió hace muchos milenios": Preconcepciones del alumnado de Educación Primaria sobre las ideas nucleares del modelo de evolución biológica 245
CO.30¿Cómo es el aire contaminado? Ideas del alumnado de primaria y secundaria sobre la estructura y la naturaleza de la contaminación atmosférica 253

COMUNICACIONES FLASH

CF.01 La Realidad aumentada como herramienta didáctica para la enseñanza de las ciencias. Una experiencia con maestros en formación 264
CF.02 "Expliquem l'Albufera": transformar una salida de campo en un proyecto interdisciplinar 272
CF.03 Aprendiendo a enseñar electricidad 280
CF.04 A aprendizagem como construção de identidade em uma Comunidade de Prática 287
CF.05 Divulgación de experiencias en una feria de indagación con profesorado de infantil en formación inicial. Análisis de las variables empleadas 294

CF.06 Creación de entornos de Realidad Aumentada: Comprender los ecosistemas 301
CF.07 Ciencia ciudadana OdourCollect en el aula de Educación Secundaria Obligatoria utilizando la metodología ABP 310
CF.08 Un ejemplo de aprendizaje – servicio de cooperación internacional, basado en proyectos, sobre sostenibilidad ambiental y social y consumo responsable a través del estudio de vida de un teléfono móvil 317
CF.09 Introducción a la Ingeniería Química en Enseñanza Secundaria Obligatoria utilizando indagación 5E 325
CF.10 La Química Verde y la Eficiencia Energética en la formación permanente del profesorado 334
CF.11 La evaluación como agente de cambio emocional. El caso de maestros en formación inicial 342
CF.12 Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Diseño, estructura e implementación de un curso formativo para futuros docentes 352
CF.13 Talleres científicos de Educación Infantil llevados a cabo mediante una experiencia de Aprendizaje-Servicio 361
CF.14 El nuevo cementerio nuclear, ¿a quién le afecta? Elaboración de mapas de controversia en la formación inicial del profesorado de ciencias 370
CF.15 Comparación entre lo que hacen y lo que creen hacer los futuros docentes de Educación Infantil: análisis sobre el papel que le otorgan al alumnado en sus salidas al medio natural 377
CF.16 Análisis de las progresiones de las propuestas sobre la ciencia presente en la sociedad en un grupo de maestros en formación inicial 384
CF.17 Argumentación de maestros en formación inicial en un dilema socio-científico sobre ahorro energético 392
CF.18 Percepción del profesorado de infantil en formación inicial sobre la lactancia materna antes y después de usar CoAnnotation 399
CF.19 Formación del profesorado de ciencias en un contexto no formal: la competencia de atención a la diversidad a través del Concurso de Cristalización en la Escuela. 406
CF.20¿Qué conocimientos iniciales tienen las estudiantes del Grado en Educación Infantil antes de comenzar su formación en Didáctica de las Ciencias Experimentales? 414
CF.21 Preguntas sobre alimentación y nutrición planteadas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria 420
CF.22 La competencia científica en actividades de repositorios digitales sobre los seres vivos 428
CF.23 Estudiamos la presión atmosférica en 1ºESO 436
CF.25 Inteligencias Múltiples y autoeficacia hacia las ciencias: evidencias de su asociación en maestros en formación 445
CF.26 Construyendo generalizaciones a través de actividades de indagación en Educación Infantil 452
CF.27 Ciencia a diario en el aula de infantil. Una experiencia en el rincón de la ciencia 460
CF.28 ¿Qué nombres de plantas conoce el profesorado de Educación Primaria en formación inicial? 468
CF.29 Estrategias educativas y su influencia en la autoestima del alumnado de Formación Profesional Básica 475

CF.30 Diseño e implementación de rúbricas para evaluación de la actividad docente en clases de ciencias 484
CF.31 Evolución de las concepciones de futuros docentes de Educación Primaria sobre la anatomía y fisiología de la mujer en la alimentación con lactancia materna 493
CF.32¿Preparados para la acción? Conocimiento y actitudes del alumnado sobre el cambio climático al finalizar la Educación Primaria 500
CF.33¿Cómo son los Microorganismos a través del dibujo? Ideas Previas en 6º de Educación Primaria 508
CF.34 Evaluación de una visita de Educación Ambiental sobre biodiversidad en los humedales de Salburua (Álava) dirigido al alumnado de Secundaria 519
CF.35 Comparativa del desempeño de estudiantes de España y Suecia al interpretar un cambio químico cotidiano 526
CF.36 Efectos de una intervención didáctica para mejorar los conocimientos sobre alimentación saludable en Educación Infantil 534
CF.37 La motivación intrínseca como predictor de las emociones del alumnado en el marco del aprendizaje por proyectos sociocientíficos de su entorno 541
CF.38¿Cómo se puede evaluar el trabajo experimental? Análisis de pruebas externas preuniversitarias de química de España, Reino Unido e Irlanda 549
CF.39 Comprensión del modelo de selección natural en educación secundaria: ¿qué conceptos clave presentan mayor dificultad? 558
CF.40 La Genética en las pruebas de acceso a la Universidad. Un análisis en cuatro comunidades autónomas 566
CF.41 Experiencias de agencia docente en el contexto de una comunidad auto-organizada de profesores de física: un análisis freireano. 574
CF.42 Educar reusando 581
CF.43 La Nueva Cultura del Agua en el currículum oficial de la enseñanza obligatoria y del bachillerato 590
CF.44 Competencias profesionales y cuestiones socio-científicas: relación entre el nivel desarrollado y el nivel de importancia asignado por graduados universitarios 597
CF.45 Análisis de problemáticas ambientales con ayuda de las matemáticas en Educación Secundaria Obligatoria 606
CF.46 Capacidad predictiva de las emociones anticipadas por los maestros en formación inicial durante el aprendizaje de las ciencias 612
CF.47 Evaluación del paso a la acción tras un programa formativo de activismo colectivo basado en la indagación científica con profesorado en formación inicial 619
CF.48 Estudio cualitativo mediante cuestiones abiertas para la exploración de modelos alternativos de física de ondas en estudiantes de ingeniería 625
CF.49¿Cómo se conceptualiza las actitudes hacia la ciencia en los instrumentos de la última década? 632
CF.50 Razonamiento científico en una tarea de indagación en el aula de infantil 639

CF.51 Influencia en variables cognitivas y afectivas de un taller STEM para el aprendizaje de las fuerzas y el movimiento en primaria 645
CF.52 Aprendiendo contenidos de sostenibilidad mediante el uso de videojuegos y WebQuest en secundaria: Factores cognitivos y actitudinales 652
CF.53 El reto de la electricidad en el marco de un proyecto STEAM: estudios de caso en la formación de maestras/os 661
CF.54 Análisis de competencias indagativas de futuros profesores de secundaria en el problema "¿Qué pelota bota más?" 668
CF.55 El reto de la alfabetización genética en la sociedad actual: análisis en la formación inicial del profesorado de Secundaria. 676
CF.56 Resultados preliminares de los maestros en formación sobre su percepción de la indagación como método para la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos 682
CF.57 Conocimientos, intereses y valoraciones de estudiantes de Bachillerato hacia una aplicación de la biotecnología en el medioambiente 688
CF.58 Decisiones de estudiante de 3º de Educación Secundaria Obligatoria sobre el consumo de un producto natural/no natural en diferentes contextos 696
CF.59 ¿Cómo aparecen las actividades de carácter socio-científico referidas al cuerpo humano en los libros de texto de ciencias de 5º y 6º Educación Primaria? 703
CF.60¿Cuál es la percepción sobre el origen de una investigación en los maestros en formación? 711
CF.61 Análisis Bibliométrico sobre el uso de Tecnologías Emergentes en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en la década 2010 – 2019. 720
CF.62 Estudio piloto para el análisis y desarrollo de estrategias de mejora del ambiente de aprendizaje de las ciencias en Educación Infantil 729
CF.63 Tipos de argumentos utilizados por el alumnado al valorar proposiciones de la vida cotidiana y de contextos participados por la ciencia 737
CF.64 Mapeando la asociación de conceptos del profesorado en formación inicial. Resultados preliminares y futuras líneas de trabajo 746
CF.65 Comparación de seis rúbricas para evaluar proyectos escolares de ciencias de educación secundaria 755
CF.66 Innovación didáctica en la formación inicial de profesorado para una enseñanza integral de las Ciencias de la Naturaleza 764
CF.67 Nivel de desarrollo de la competencia científica de estudiantes que finalizan el Grado de Educación Primaria 772
CF.68 La formación de los maestros en activo sobre el reto ambiental de la problemática de los residuos 779
CF.69 Investigación-Acción en la formación inicial de maestros de infantil para el diseño de actividades innovadoras en educación científica 787
CF.70 El huerto ecodidáctico y el aprendizaje por proyectos: percepciones y aportes de los maestros/as en formación

inicial de infantil y primaria 796
CF.71 El aula invertida como estrategia didáctica innovadora en trabajos prácticos de Química Orgánica 804
CF.72 Recursos didácticos audiovisuales en YouTube sobre Medio Natural: generación y autoconsumo por futuros docentes de Educación Primaria 810
CF.73 Representaciones del modelo del sistema digestivo (MSD) en estudiantes de Grado de Magisterio: éxitos y fracasos de las modificaciones introducidas en una propuesta didáctica (2016 a 2019) 818
CF.74 El huerto escolar como recurso didáctico en la provincia de Bizkaia: factores que limitan su uso 825
CF.75 Concepciones del Profesorado sobre Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) y Zoonosis 834
CF.76 Análisis de la actividad docente en bioética en el profesorado de cultura científica de bachillerato 841
CF.77 Percepciones de una maestra sobre Grupos Interactivos en Ciencia 850
CF.78 Propuestas de enseñanza de la teoría de la relatividad restringida. Revisión bibliográfica 858

POSTERS

P.01 Adecuación del programa educativo a las nuevas demandas tecnológicas: Metodología BIM (Building Information Modeling) en el aula 867
P.02 De blog de viajes a diario de plantas: implementación de la app Journi como herramienta didáctica en el Grado de Educación Primaria 876
P.03 Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno: Implicaciones educativas del Proyecto CHON en la Formación de Maestros de Primaria 885
P.04 Propuesta de diseño de materiales didácticos para la enseñanza de la Química 894
P.05 Competencia científica y competencia digital en una experiencia de aula: la gota submarina 902
P.06 Creación, diseño, implementación y evaluación de la webquest “Las madres de todas las células” 910
P.08 Huertos escolares ecodidácticos. Planificación y aplicación por futuros maestros de intervenciones educativas en primaria 919
P.09 La charca: una aventura en miniatura 927
P.10 Investigación basada en diseño. Incorporación de una asignatura de investigación experimental en educación secundaria 934
P.11 Implementación de un modelo “flipped classroom” sobre fisiopatología humana en bachillerato 942
P.12 Desempeño en competencias de estudiantes de 2º de ESO en una propuesta ABP sobre el consumo de agua solarizada. 948
P.13 Cardioeducación una propuesta innovadora para desarrollar en el aula de la Formación Inicial de Maestros del Grado de Educación Infantil. 955
P.14 Egagrópilas de lechuza común: Antiguas prácticas, nuevos objetivos de indagación con futuros/as maestros/as

de Educación Primaria.....964
P.15 Importancia del énfasis curricular en Ciencia, Tecnología y Sociedad en el uso del enfoque didáctico de contextualización. Actitudes de profesorado en formación inicial.....972
P.16 ¿Qué intereses tiene el futuro maestro de educación primaria sobre las salidas fuera del aula?: una exploración de sus necesidades educativas.....980
P.17 Aprendizaje de contenidos sobre la célula a través de la construcción de maquetas con códigos QR (QRélulas) en el Grado de Maestro de Educación Primaria.....989
P.19 Análisis de una secuencia basada en indagación sobre el cambio de horas de luz solar por dos estudiantes del Grado en Educación Primaria. Un estudio de casos.....999
P.20 Una propuesta para trabajar la cinemática desde la proporcionalidad.....1006
P.21 Evolución de las ideas en torno al Cambio Climático y Adelgazamiento de la Capa de Ozono en un grupo de alumnos de Master de Investigación.....1014
P.22 La atención prestada al fenómeno volcánico en la investigación educativa. Revisión sistemática.....1023
P.23 ¿Qué ideas iniciales tienen los estudiantes de 1º de ESO sobre la contaminación medioambiental por plásticos?.....1031
P.24 Impacto de las emociones docentes sobre la planificación de las ciencias naturales en Educación Infantil.....1038
P.25 El uso de los Cursos abiertos masivos en línea (MOOCs) de ciencia básica como una forma de mejorar la r epresentación social sobre el Cambio Climático.....1045
P.26¿Los maestros en formación identifican las ciencias clásicas y sus dificultades de aprendizaje en el currículo oficial LOMCE?.....1049
P.27 Recursos metodológicos del alumnado universitario para abordar una práctica guiada sobre el contenido curricular de las estaciones del año.....1059
P.28 Estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria: la ciencia, las asignaturas de ciencias y el uso del laboratorio.....1067
P.29 Una experiencia sobre la energía en Educación Primaria desde la perspectiva CTS.....1077
P.30 Estudio observacional descriptivo de los centros de Educación Primaria con enseñanza bilingüe y no bilingüe de la provincia de Valladolid.....1085
P.31 Concepciones de estudiantes de Educación Secundaria, Bachillerato y docentes de ciencias en formación inicial sobre la investigación científica: un análisis comparativo.....1094
P.32 Errores conceptuales sobre conceptos de Química en futuros profesores de España e Italia.....1100
P.33 Los museos de ciencias como recurso educativo on line.....1108
P.34 Mejora de las creencias de autoeficacia y actitudes hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en maestros en formación a través de una metodología de “aula invertida”.....1114
P.35 Presencia de prácticas científicas en Ciencias de la Tierra en el currículum del País Vasco en educación primaria.....1122

P.36 Elaboración de un juego de mesa educativo para la enseñanza-aprendizaje de los riesgos naturales: "España en riesgo" 1128
P.37 ¿Qué saben l@s estudiantes de ciencias sobre la comunicación científica? El caso del alumnado de Biotecnología en la Universidad de Almería 1135
P.38 Importancia de la Educación para la Salud en maestros/as en formación de Educación Infantil 1144
P.39 Proyecto para trabajar contenidos de física y química mediante la metodología ABP 1150
P.40 Google Earth como herramienta en la enseñanza del paisaje 1160
P.41 ¿Qué opinan los estudiantes universitarios sobre la Física en la Educación Secundaria? 1169
P.42 Estudio preliminar de las prácticas científicas en el currículum del País Vasco en educación primaria 1178
P.43 Estudio preliminar de las prácticas científicas en el currículum del País Vasco en educación primaria 1185
P.44 Análisis de Hábitos Alimentarios Saludables en escolares de la provincia de Badajoz 1193
P.45 ¿Qué planteamiento realizan los libros de texto sobre la nutrición celular? 1200
P.46 El suelo en el currículum de Educación Primaria española. Un análisis geográfico 1209
P.47 Importancia de los dominios cognitivo y afectivo para la enseñanza de las ciencias a maestros en formación. Naturaleza vectorial de las fuerzas como caso de estudio 1217
P.48 Evolución de las ideas alternativas sobre la luz en los maestros en formación tras una intervención basada en tareas manipulativas 1225
P.49 Análisis de las emociones y la autopercepción de la capacidad para aprender contenidos relacionados con la energía, la electricidad y la materia en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria 1231
P.50 Análisis de las estrategias de aprendizaje seguidas por estudiantes del grado en Educación Ambiental en un entorno no presencial mediante R-SPQ-2F 1238
P.51 Relaciones entre magnitudes macroscópicas y microscópicas en electrocinética: Una experiencia de aprendizaje reflexivo con mapas conceptuales 1246
P.52 ¿Con qué estrategias de aprendizaje ingresan los estudiantes a una universidad pública argentina? 1254
P.53 Análisis de los conocimientos de los estudiantes de Magisterio acerca del suelo, su importancia y función. Algunas propuestas de actividades para el aula. 1262
P.54 Alfabetización científica de los estudiantes de Educación en España 1271
P.55 Estrategias educativas para acercar la producción científica a la escuela. El diseño de talleres del MNCN-CSIC 1279
P.56 Pluviômetros na educação em redução de riscos de desastres: aprendizado integrado nas escolas brasileiras 1286
P.57 Empoderar a la ciudadanía para intervenir en cuestiones socialmente vivas. La producción y el consumo de carne 1295

SIMPOSIOS

S1 Propuesta de innovación didáctica en clases de Química Orgánica para el Profesorado Universitario de Biología. 1302

S2 Aula virtual como innovación para el diseño de planificaciones en el profesorado en química de la UNR 1310
S3 Innovaciones mediadas por TIC en la enseñanza de las Ciencias Morfológicas 1316
S4 Cosmogramas como innovación para establecer relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en la universidad 1322
S5 Una propuesta innovadora de enseñanza con perspectiva CTS para la enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel primario 1329
S6 Desarrollo y utilización de una herramienta innovadora para la enseñanza de la nomenclatura de los compuestos orgánicos 1335
S7 Propuesta innovadora para la enseñanza experimental de las ciencias a través de entornos virtuales 1342
S8 Tratamiento del fenómeno de las mareas en libros de texto de Secundaria 1350
S9 Propuesta de una analogía para trabajar el fenómeno de ósmosis en estudiantes de 4º ESO y en 1º de Bachillerato. 1357
S10 ¿Qué tienen en común una patata y una botella de butano? Uso de analogías para modelizar las funciones de los alimentos 1365
S11 Los experimentos mentales para trabajar la nutrición de las plantas en la etapa obligatoria de secundaria 1372
S12 ¿De qué está hecho el aire? Destrezas y habilidades en una propuesta de modelización 1380
S13 Usando experimentos mentales para el aprendizaje de la conservación de la masa 1388
S14 ¿Qué ocurre cuándo la escuela se involucra en la formación inicial de maestros y maestras de educación infantil en ciencias? 1396
S15 Niñas y niños 0-6 en la universidad ¿qué aportan a la formación inicial de maestras de infantil? 1403
S16 Relación teoría-práctica para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestros de Educación Infantil 1411
S17 Cooperación institucional para potenciar las vocaciones científicas infantiles 1418
S18 Análisis de la potencialidad de los espacios al aire libre para trabajar la competencia científica a través del alumnado en formación 1427
S19 Uso y abuso del término STEM en la educación científica 1436
S20 STEM integrado: significados, dificultades y perspectivas en el contexto educativo español 1443
S21 ¿Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura 1448
S22 ¿Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura 1457
S23 Trabajando la visibilidad de mujeres científicas mediante talleres educativos: una propuesta para la formación del profesorado de Educación Infantil 1466
S24 Juegos clásicos adaptados y material casero para aprender Física y Química 1473
S25 Evaluación de un prototipo de juego de mesa colaborativo para la formación del profesorado en el cambio global 1481
S26 Robótica para docentes en formación 1488

01.

CONFERENCIAS

RESÚMENES

LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES ANTE LOS NUEVOS RETOS QUE SE PLANTEAN EN LA SOCIEDAD ACTUAL

Antonio de Pro Bueno

Universidad de Murcia

Uno de los elementos clave en la formación del profesorado es conocer qué modelo de profesor deseamos para una sociedad del siglo XXI. Este no sólo debe dar respuesta a determinadas necesidades formativas que hoy reconocemos, sino posibilitar la trasferencia a situaciones problemáticas impensables y, por supuesto, poner el andamiaje que le permita crecer profesionalmente.

La labor que desarrolla el maestro en su clase de Ciencias viene determinada por sus conocimientos (científicos, didácticos, profesionales…), por sus experiencias (docentes, como estudiante, vitales…), por sus creencias (ideológicas, políticas, concepciones…) y por una serie de características (empatía hacia la infancia, compromiso social, habilidades comunicativas…),

Por otro lado, también existen elementos contextuales que pueden favorecer o limitar lo que realiza en su aula o en su centro. Estos pueden ser: sociales (el reconocimiento de la labor del maestro, la importancia social de la escuela, los recursos económicos destinados a la Educación…); educativos (el procedimiento de selección del profesorado, el currículo oficial, las ratios profesor-alumno, la legislación educativa…); formativos (los programas de formación del profesorado -inicial, acceso a la profesión docente, de los docentes en ejercicio- la formación de los formadores…) y escolares (el ambiente socio-profesional del centro, sus proyectos educativos, la disponibilidad de instalaciones y recursos, el funcionamiento de órganos colegiados, las relaciones con los padres y madres…).

Todo ello condiciona acciones en las que la profesionalidad del docente se pone de manifiesto. Unas son consustanciales con su labor (planificar la acción educativa, preparar o seleccionar materiales, intervenir en el aula…) y otras tan importantes o más que las anteriores pero que desgraciadamente no se consideran prioritarias (compromiso con el centro educativo, preocupación personalizada por su alumnado, búsqueda continuada de aspectos a mejorar, implicación en sus tareas profesionales…).

Dejando a un lado, aquellos elementos y factores en los que nuestra intervención tiene poco recorrido y partiendo de la realidad que actualmente tenemos, identificamos cinco problemas que, desde nuestro punto de vista, deberíamos abordar en la formación de los maestros para enseñar Ciencias en las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria.

La intención es que dichos problemas sean un referente para reflexionar colectivamente sobre los mismos.

El dilema hamletiano sobre STEAM: Ser o no ser para el desarrollo competencial

Dª. Ileana Maria Greca Dufranc

Universidad de Burgos

Partiendo de la idea bachelariana que lo simple no existe, sino solamente lo simplificado, serán abordados los orígenes y conceptualizaciones del constructo competencial y de los abordajes integrados en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM), pudiéndose adoptar para ambos una perspectiva humanista.

En este sentido, se entienden las competencias como constructos multidimensionales cuyo desarrollo posibilita a la ciudadanía apropiarse de herramientas para vivir en sociedad y contribuir a ella. En consecuencia, la educación STEAM integrada puede ser entendida como un enfoque contextualizado y transdisciplinario cuyo objetivo no es priorizar el empleo después de la finalización de la escuela, sino la preparación de las y los estudiantes para participar en la resolución responsable de problemas sociales relevantes dentro de una matriz sostenible.

Este planteamiento ha sido fundamentado desde marcos epistemológicos, psicológicos y didácticos, y operacionalizado en diferentes modelos, con variantes estructurales y metodológicas para su aplicación escolar. Se presentan estos desarrollos, así como las evidencias empíricas disponibles de su aplicación organizados a partir de las críticas que ha recibido en España. Comparando estas evidencias con las de otros enfoques, las propuestas STEAM integradas se presentan con una buena opción para el desarrollo competencial integral del alumnado de educación obligatoria, en particular en la etapa de educación primaria.

Desarrollo profesional en contexto. Una perspectiva necesaria para mejorar la educación científica

Dª. Ana Rivero García

Universidad de Sevilla

Para mejorar la enseñanza de las ciencias sabemos que debemos fijarnos en un elemento clave: el profesorado. Efectivamente, el profesorado marca la diferencia. La investigación en torno a su papel, el conocimiento necesario para enseñar ciencias y las estrategias más adecuadas para favorecer su construcción, en función de las distintas fases de desarrollo profesional, han producido y están produciendo una gran cantidad de conocimientos y ciertos consensos importantes que conviene tener presentes. Pero no debemos olvidar que el profesorado lo es en contextos concretos y que tanto el más cercano –el aula y el centro- como el más lejano –el sistema social-, plantean tanto condicionamientos como exigencias y posiblidades que afectan al desarrollo profesional. Profundizar en las relaciones entre la formación del profesorado y los elementos de los diversos contextos constituye una necesidad para continuar avanzando en la mejora de la educación científica.

La modelización en su dimensión instrumental: líneas de investigación en la enseñanza de las ciencias

D. José María Oliva Martínez

Universidad de Cádiz

El término modelización tiene distintas acepciones en la enseñanza de las ciencias, una de las cuales se identifica con su dimensión instrumental; esto es, con los recursos y los tipos de actividades concretas que pueden servir para canalizar estos procesos en el aula: analogías, maquetas y modelos a escalas, experimentos mentales, simulaciones, etc. En esta ponencia se analiza la modelización desde este punto de vista, presentando una síntesis de aportaciones provenientes de la investigación en torno a esos recursos. Estos, de una parte, están sirviendo como vehículo metodológico para la enseñanza-aprendizaje basado en modelos y en modelización. De otra, el marco de la modelización está sirviendo como fundamento teórico desde el que aportar una nueva mirada a estos recursos, que durante tiempo han estado huérfanos de una verdadera base teórica aglutinadora dentro de la didáctica de las ciencias.

Educación científica y Sociedad. La educación científica frente al reto de los Objetivos de la Agenda 2030

Dª. Amparo Vilches

Universidad de Valencia

Tras la Cumbre de la Tierra Rio+20, el año 2012, el International Council for Science (ICSU) lanzó el programa de investigación de 10 años "Future Earth: Research for Global Sustainability". Con él se pretendía movilizar a millares de científicos y científicas y reforzar los vínculos con los responsables en la toma de decisiones, para fundamentar el profundo cambio global que supone la transición hacia la Sostenibilidad. De forma convergente, el Secretario General de UN impulsó ese mismo año la *Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible*. Una red mundial, de carácter independiente, destinada a movilizar tanto a la comunidad científica como a docentes y en general a la sociedad civil en la búsqueda de soluciones a los problemas de Sostenibilidad, es decir, para el establecimiento de unos nuevos y ambiciosos *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS).

En septiembre 2015, fruto de un ingente trabajo con una amplísima participación que implicó a instituciones académicas, educadores, ONG, movimientos ciudadanos, etc., se aprobaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) junto con la Agenda 2030, para su puesta en marcha en el periodo 2016-2030. Los ODS de carácter universal fueron consensuados junto con 169 metas concretas que intentan dar respuesta al conjunto de graves problemas interconectados a los que ha de hacer frente la humanidad, evitando que el olvido de alguno de ellos impida avances reales en el conjunto de los mismos.

Precisamente la necesidad de abordar globalmente, sin olvidos ni reduccionismos, el sistema cada vez más complejo constituido por las sociedades humanas y los sistemas naturales con los que interaccionan, y de los cuales forman parte, ha sido la razón fundamental del surgimiento, a principios del siglo XXI, de la *Ciencia de la Sostenibilidad* como nueva disciplina científica capaz de integrar campos aparentemente inconexos, pero que tienen en común el referirse a acciones humanas que afectan al conjunto de la biosfera.

Transcurridos más de cuatro años desde la aprobación de la Agenda 2030, nos preguntamos: ¿Qué se está haciendo y qué más podemos y debemos hacer desde la enseñanza de las ciencias para implicar a la ciudadanía en la puesta en marcha de medidas para avanzar hacia sociedades más justas y sostenibles? ¿Cómo contribuir a integrar de forma transversal en nuestras actividades docentes los objetivos de la Agenda 2030? ¿De qué forma prestar atención desde el ODS 4 (Educación de calidad) al resto de ODS, en las materias científicas contribuyendo a la Ciencia de la Sostenibilidad?

02.

COMUNICACIONES **ORALES**

CO.01 ¿Qué entienden por célula los estudiantes de 4º de ESO? Una mirada a través de sus dibujos

Tamara Esquivel Martín, José Manuel Pérez Martín, Beatriz Bravo Torija y Noelia Sánchez-Sánchez

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad Autónoma de Madrid. tamara.esquivel@uam.es

RESUMEN

Conocer la estructura celular es vital para entender procesos como la nutrición, pero muchos estudiantes acaban la escolaridad obligatoria sin hacerlo. Pocos trabajos abordan este problema evaluando dibujos de la célula. En concreto, analizamos la evolución del conocimiento sobre la escala, tridimensionalidad y composición celular en los dibujos de 21 alumnos de 4º de ESO, antes y después de una intervención basada en un relato sobre el origen y evolución de la vida terrestre. Los resultados muestran mejoría en su percepción sobre la célula, al aumentar el número de estudiantes que: respetan la escala intercelular eucariota-procariota e intracelular eucariota; integran la tridimensionalidad al dibujar el corte de la célula eucariota; y alcanzan el nivel de representación total. Consideramos que el relato es una herramienta útil para modificar los modelos de célula del alumnado.

Palabras clave: Biología; Célula; Análisis de dibujos; Relato Científico; Educación secundaria

INTRODUCCIÓN

La célula es un contenido esencial para la comprensión de procesos biológicos como el crecimiento de los organismos o su reproducción, pero también para entender cualquier patología (Cañal, 2013). Esto justifica

su reiteración en los currículos de Biología y Geología durante la ESO. Fernández y Jiménez-Tejada (2019) señalan que presenta dificultades en su proceso de enseñanza-aprendizaje por la abstracción requerida para su comprensión, al no ser perceptible macroscópicamente y por parecer desconectada de los seres vivos, a pesar de ser su unidad estructural, funcional y de origen (Mengascini, 2006). Esto hace que los estudiantes deban manejar la escala microscópica para su estudio, lo que dificulta las tareas de identificación y representación de la célula, ya que muchas veces confunden los tipos existentes y la proporcionalidad de las estructuras subcelulares (Vlaardingerbroek et al., 2014). Además, la visión espacial requiere comprender e integrar la tridimensionalidad celular al aplicar el conocimiento, una destreza poco dominada por el alumnado (Díaz y Jiménez-Aleixandre, 2008). Todo ello complica la capacidad de relacionar la estructura interna de la célula con su función general.

Para ayudar al alumnado a comprender los procesos biológicos continuos como la regeneración tisular o la formación de un cigoto, el relato es una buena forma de comunicar información científica compleja (Csikar y Stefaniak, 2018). Sin embargo, Galagovsky et al. (2017) señalan que, tradicionalmente, el modelo científico de célula se intenta transmitir utilizando imágenes de libros de texto que, con el tiempo, se han convertido en arquetípicas o icónicas. Es decir, repletas de códigos gráficos (colores, formas, etc.) que no suelen provenir de microfotografías reales, ni representan la variedad y complejidad morfológica y funcional de las células existentes. Además, no explicitan las dimensiones de los elementos representados y, a veces, contienen errores, constituyendo una fuente de ideas alternativas (Tapia y Ateaga, 2012). La mayoría de los estudios sobre las dificultades de enseñanza-aprendizaje de la célula (Fernández y Jiménez-Tejada, 2019; Flores et al., 2003), las exploran a través de cuestionarios al alumnado o entrevistas a docentes. Son pocos los que analizan los dibujos de los estudiantes, a pesar de ser un valioso instrumento de recogida de información, dado que les permite expresar sus modelos para poder evaluarlos y modificarlos (Gómez y Gavidia, 2015). Díaz y Jiménez-Aleixandre (2008) o Rodríguez-Palmero (2003) analizan dibujos de la célula centrándose en aspectos estructurales: presencia/ausencia de estructuras básicas (membrana plasmática, citoplasma o núcleo), obviando otras como el sistema de endomembranas o los ribosomas. Asimismo, analizan el uso de la visión espacial al dibujar, sin incidir apenas en la escala inter- e intracelular empleada.

En este estudio realizamos una intervención con estudiantes de 4º de ESO basada en la narración de un relato sobre el origen y la evolución de la vida en la Tierra (Pérez-Martín et al., 2019). Esta se apoya en microfotografías y esquemas realistas de células eucariotas y procariotas, en dos (2D) y tres dimensiones (3D) para aportar al alumnado una visión general, rigurosa, y fácilmente integrable, que pueda ser evaluada a través de sus dibujos. Los objetivos son: a) analizar los dibujos iniciales de los estudiantes (*pretest)* profundizando en: la escala empleada al representar los diferentes tipos celulares, así como la proporcionalidad entre sus estructuras subcelulares, el uso de la visión espacial que hacen, y la ubicación de los elementos representados; y b) valorar la evolución de sus representaciones tras la intervención, analizando los mismos elementos en los dibujos finales (*postest)*.

METODOLOGÍA

Participantes, intervención y tarea

Los participantes son 21 estudiantes de Biología de 4º de ESO de la sección bilingüe de un instituto público. Al inicio del curso 2016-17, y sin haberse impartido sesiones dedicadas al estudio de la célula, se les pide representar con detalle una célula procariota y otra eucariota, rotulando las estructuras subcelulares que conozcan (*pretest*). Después, los investigadores relatan oralmente lo ocurrido desde el origen de la vida en la Tierra hasta el desarrollo de los metazoos (2h), apoyándose en imágenes reales y mencionando diversos hitos que el alumnado debería conocer antes de finalizar la escolaridad obligatoria: la diversidad procariota y su estructura interna, la aparición de los primeros eucariotas, la teoría endosimbionte, la estructura interna de las células

eucariotas y la escala de los seres microscópicos (Pérez-Martín et al., 2019). Durante el relato, se incide en la importancia de: ser críticos con las imágenes de los materiales educativos; escalar las representaciones; considerar la tridimensionalidad celular; y conocer el posible origen endosimbionte de los componentes subcelulares eucariotas, relacionándolos con su función (Figura 1). Un mes después (*postest*), se solicita la misma tarea sin haber recibido ninguna otra sesión sobre la célula.

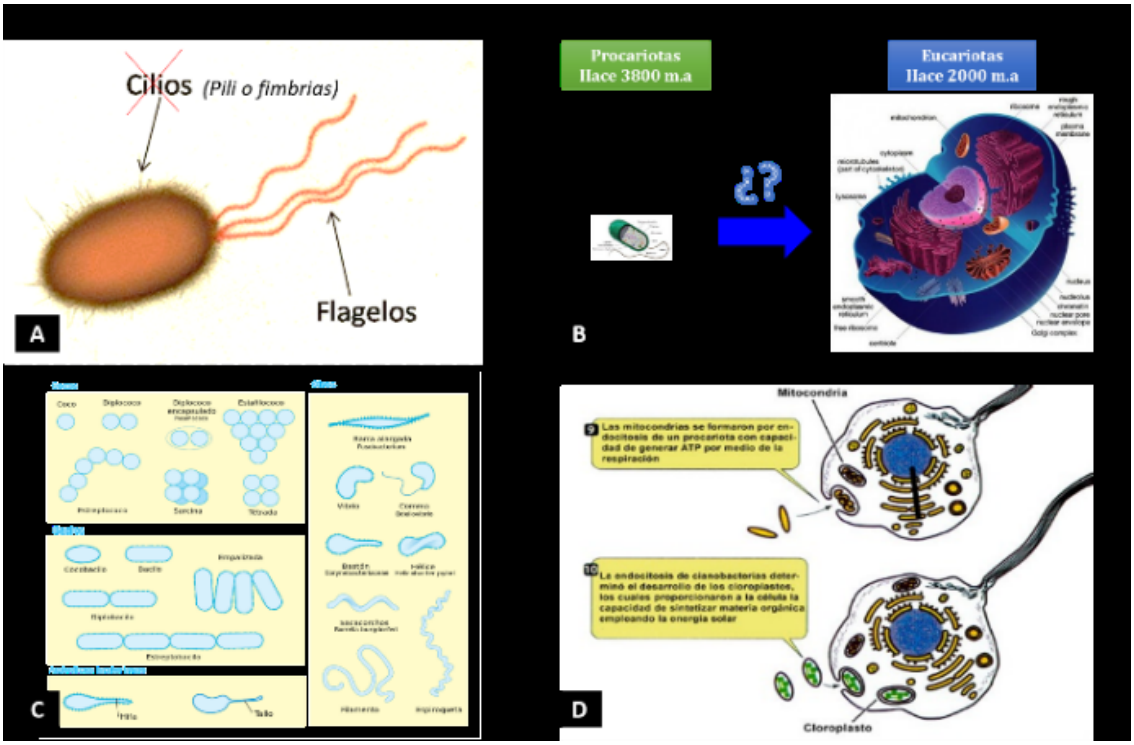


Figura 1. Imágenes presentadas durante el relato para mostrar: errores en imágenes de libros de texto (A), la escala intercelular eucariota-procariota (B), la tridimensionalidad celular a través de la diversidad bacteriana (C), y los componentes subcelulares y su función a través de su origen endosimbionte (D)

Análisis de los dibujos de la célula

El análisis de los 42 dibujos de los estudiantes (*pre- y postest*) se realiza atendiendo a tres aspectos: a) la escala inter- e intracelular empleada; b) la bi- o tridimensionalidad de las células y sus cortes; y c) las estructuras representadas y su ubicación.

Para analizar la escala intercelular se tiene en cuenta la teoría endosimbionte de Lynn Margulis (Figura 1D), según la cual los orgánulos celulares proceden de procariotas. Por lo que sus tamaños deberían ser similares (Figura 1B). Distinguimos entre aquellos dibujos que respetan la escala intercelular (Figura 2B) de los que no (Figura 2A). En cuanto a la escala intracelular, se analiza la proporcionalidad entre las principales estructuras subcelulares, de acuerdo con el modelo aceptado por la comunidad científica (Chan y Marshall, 2010). En concreto, para las estructuras consideradas en la célula eucariota, los tamaños relativos serían: ribosoma (libre y del retículo) < lisosoma ≤ peroxisoma ≤ centriolos < mitocondria < aparato de Golgi ≤ retículo endoplásmico (rugoso y liso) < núcleo < cloroplasto < vacuola, estando todas estas estructuras sostenidas por el citoesqueleto en el citoplasma celular. En la célula procariota, los elementos que analizamos deberían mantener esta proporción: ribosomas < material genético < citoplasma rodeado de membrana y pared celular. Distinguimos entre los dibujos en los que se respeta esta escala intracelular (Figura 2H) y los que no (Figura 2G).

Para analizar el uso de la visión espacial por los estudiantes, se clasifican las representaciones de las secciones celulares, adaptando las categorías de Díaz y Jiménez-Aleixandre (2008). En este trabajo distinguimos cuatro niveles en orden creciente de complejidad: Nivel 1: «célula y corte 2D» (Figura 2E); Nivel 2: «célula 3D y corte 2D» (Figura 2D); Nivel 3: «célula 2D y corte 3D» (Figura 2G) y Nivel 4: «célula y corte 3D» (Figura 2H).

Para analizar la adecuación de los elementos representados y su disposición, nos basamos en Köse (2008). Distinguimos entre: Nivel 1: «Sin dibujo»; b) Nivel 2: «Dibujos no representativos»: incluyen elementos identificables de la célula, pero carecen de estructuras relevantes o son inadecuadas (por ejemplo, orgánulos membranosos en la célula procariota) (Figuras 2C y 2F); c) Nivel 3: «Dibujos representativos parciales»: incluyen la mayoría de estructuras subcelulares principales, incorrectamente rotuladas y/o manifestando dificultades al ubicarlas (Figuras 2D y 2G); y d) Nivel 4: «Dibujos representativos totales»: contienen todos los elementos fundamentales, correctamente rotulados y ubicados (Figuras 2E y 2H).

RESULTADOS

Se abordan conjuntamente los dos objetivos del estudio: determinar el nivel de comprensión inicial de la célula de los estudiantes mediante sus dibujos, atendiendo a la escala, tridimensionalidad y presencia/distribución de las estructuras representadas; así como su evolución tras la intervención educativa.

Respecto a la escala intercelular, solo en uno de los dibujos iniciales se respeta visualmente (Figura 2B). En otro, el alumno parece conocer la diferencia de tamaño entre la célula eucariota y procariota, pero muestra un conocimiento incorrecto del concepto de escala al explicitar «*1:1000*» bajo la representación de la bacteria. Los 19 alumnos restantes representan ambas células con tamaño similar (Figura 2A). En los dibujos finales, son 13 estudiantes los que demuestran haber entendido que la célula procariota es más pequeña que la eucariota. De estos, ocho respetan la escala intercelular al representar bacteria y mitocondria con tamaños similares. En cuanto a la escala intracelular de la célula procariota y considerando únicamente los dibujos representativos, todos los estudiantes la respetan. En la eucariota, solo son cuatro los que lo hacen en sus dibujos iniciales y cinco en los finales. Los que no guardan la proporcionalidad entre orgánulos representan, por ejemplo, centriolos demasiado grandes o mitocondrias con tamaño similar al núcleo (Figura 2G).

En cuanto al uso de la visión espacial al dibujar la célula procariota, el nivel de complejidad alcanzado es bajo ya que, tanto antes como después de la intervención, más de la mitad de las representaciones (11) pertenecen al nivel 1 de desempeño (célula y corte 2D) y las diez restantes al nivel 2 (célula 3D, corte 2D). Respecto a la célula eucariota, la intervención mejoró el nivel de complejidad de los dibujos, dado que en dos del *postest* aparece el tercer nivel de complejidad (célula 2D y corte 3D), y en cuatro se alcanza el máximo (célula y corte 3D), frente a los dos iniciales. No obstante, más de la mitad de los dibujos en el *pre-* y *postest* pertenecen a los niveles de desempeño más básicos (célula y corte 2D; célula 3D y corte 2D).

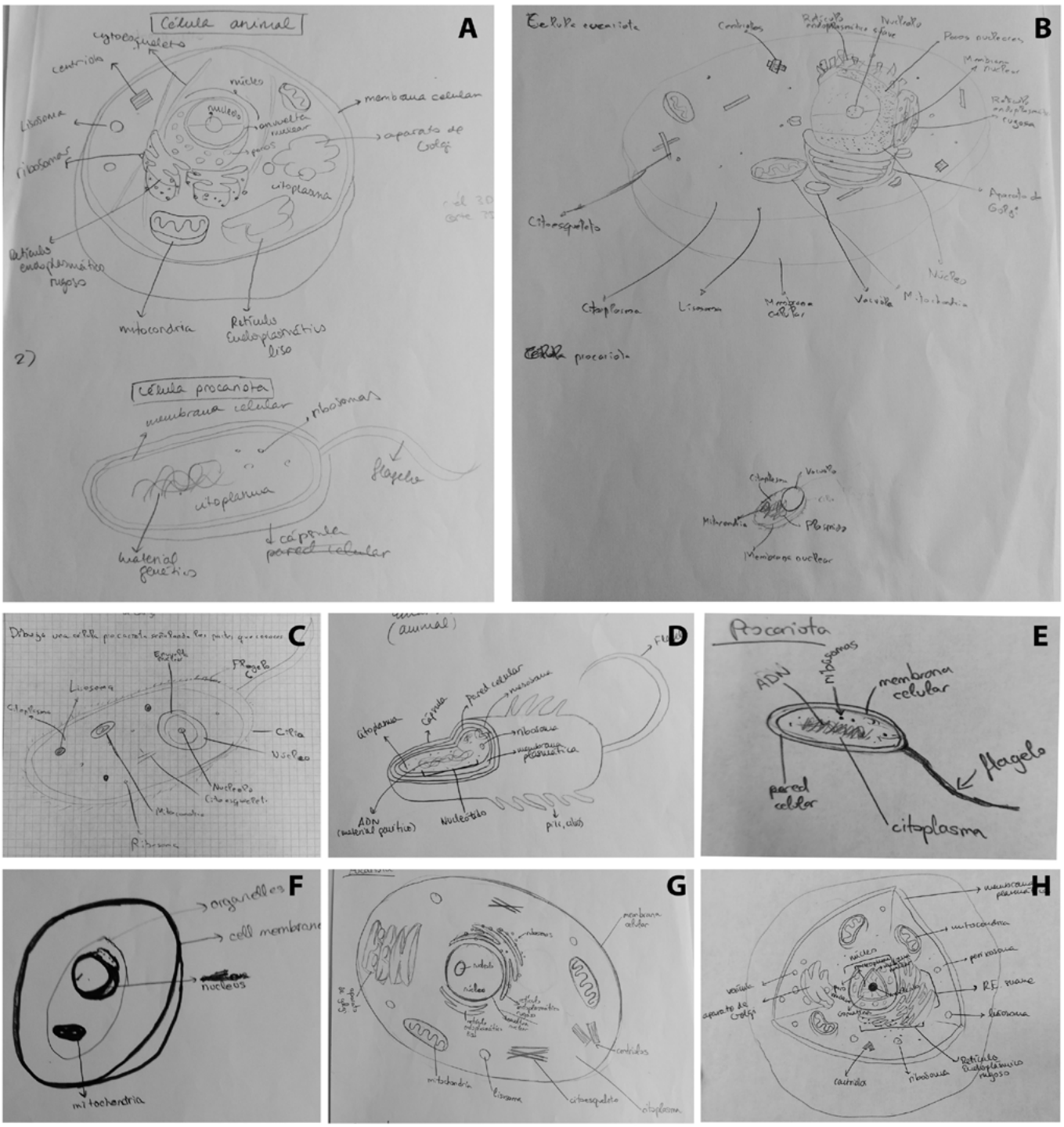


Figura 2. Ejemplos de dibujos categorizados según la escala intercelular (A-B) y la presencia-disposición de estructuras subcelulares rotuladas en la célula procariota (C-E) y en la eucariota (F-H)

La figura 3 muestra la frecuencia de los cuatro niveles de comprensión de la célula según los elementos rotulados y su ubicación. En el caso de la eucariota, 14 dibujos iniciales muestran un nivel de comprensión medio («representativo parcial»; figura 2G), y siete bajo o nulo («no representativo»; figura 2F). En el *postest* disminuyen los de nivel bajo o nulo, pasando de siete a tres, y aumentan los que manifiestan un nivel medio, pasando de 14 a 17. Cabe destacar la aparición de un caso «representativo total» (Figura 2H). Respecto a la procariota, en el *pretest* un alumno no la dibuja y, del resto, nueve lo hacen de forma «no representativa» (Figura 2C) y 12 de forma «representativa parcial» (Figura 2G). La situación evoluciona positivamente en el *postest* (Figura 3),

dado que todos los alumnos la representan, y dos logran alcanzar el nivel más complejo (Figura 2E). Por tanto, tras la intervención la calidad de los dibujos de la célula mejora, sobre todo de la eucariota, mostrando un conocimiento medio-alto de su estructura.

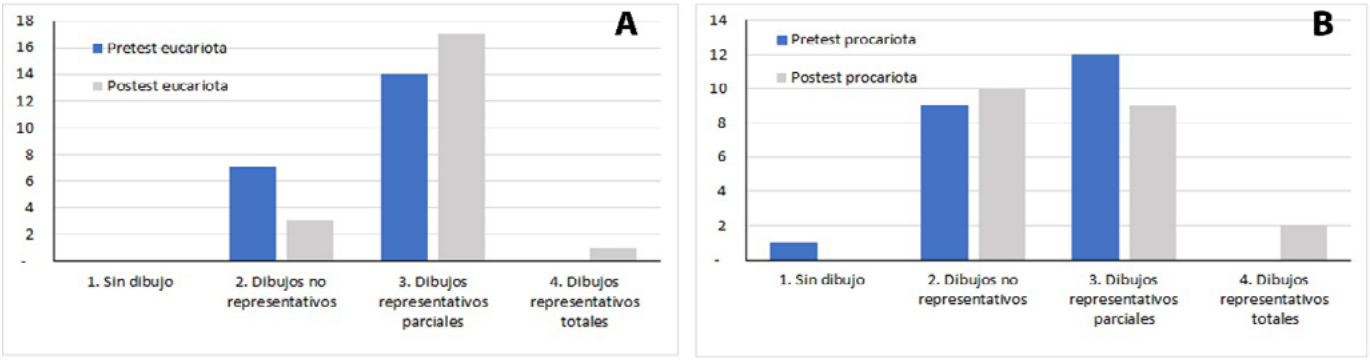


Figura 3. Frecuencias de los niveles de comprensión de la célula eucariota (izqda.) y procariota (dcha.)

Esta evolución en los dibujos puede concretarse en que, tras la intervención, disminuye el número de elementos rotulados en el tipo celular equivocado, se consideran estructuras nuevas, y se ubican los componentes de forma más realista. Por ejemplo, en los dibujos iniciales de la célula procariota (Figura 2C) aparecen erróneamente: cilios (9), núcleo (5), mitocondrias (4), lisosomas (2) o citoesqueleto (2), todas ellas estructuras exclusivas de eucariotas. En el *postest* los lisosomas y el citoesqueleto ya no aparecen, pero surge la vacuola (2) y llama la atención que el resto de estructuras inapropiadas sigan rotulándose con una frecuencia similar, salvo los cilios, pasando de nueve a cinco. En el caso de la célula eucariota, los estudiantes no rotulan estructuras inexistentes, pero sí atípicas en el modelo de célula animal, como vacuolas (6). Además, el alumnado manifiesta dificultades al manejar la terminología, confundiendo términos que se pronuncian de forma similar como nucleótido y nucleoide. Asimismo, se usan palabras que no existen como «cloroplasma» en lugar de cloroplasto, y surgen problemas al traducir, empleando adjetivos como «suave» en lugar de liso para referirse al retículo. También se intercambian unas letras por otras, como «celia» en lugar de cilio, siendo *cilia* el plural en inglés.

Por otro lado, en el *postest* se rotulan adecuadamente estructuras de la célula procariota que en el *pretest* no se mencionan como: *pili* (3), plásmidos (4) o mesosomas (1) (Figura 2D). Además, aumenta notablemente el número de estudiantes que rotulan el citoplasma (16), el material genético (15), la pared celular (12), o los ribosomas (11). Igualmente, en los dibujos finales de la célula eucariota se incluyen términos no mencionados previamente, como: cloroplastos (3), poros nucleares (2), material genético (1) y peroxisomas (1) (Figura 2H), y aumenta la aparición de estructuras relevantes como el aparato de Golgi (de 16 a 18), los lisosomas (de 13 a 16) o los centriolos, que casi duplican su número inicial (de 10 a 17).

Respecto a la morfología celular, el modelo de célula eucariota de la mayor parte de los estudiantes tanto en el *pre-* (14) como en el *postest* (15) se corresponde con el «animal», al dibujarla con forma redondeada y núcleo circular central (Figura 2F). Además, de los alumnos que representan el nucleolo, seis *(pretest)* y siete (*postest)* lo hacen en el centro del núcleo (Figura 2H), manifestando la idea alternativa de que ambas estructuras deben ocupar posiciones centrales. Solo en dos dibujos iniciales parecen representar células «vegetales» por ser hexagonales. Lo mismo ocurre en tres de los finales, al rotularse estructuras propias de este tipo celular como la pared celular y los cloroplastos, pero en células ovaladas o redondeadas, por lo que no estarían considerando la rigidez de la pared. En cuanto a la célula procariota, todos los alumnos la dibujaron con forma de bacilo flagelado (Figuras 2C-E), sin ser estrictamente necesaria la presencia del flagelo en el modelo.

Respecto a la disposición de los elementos rotulados en el interior celular, si atendemos al sistema de endomembranas, prácticamente la mitad de los estudiantes distinguen entre retículo endoplasmático liso (REL) y rugoso (RER), pero, incluso tras la intervención, no consideran la conexión estructural y funcional existente entre núcleo-retículo endoplasmático rugoso-retículo endoplasmático liso-aparato de Golgi, obviando alguna de estas estructuras o representándolas alejadas. En los dibujos iniciales, cinco alumnos ubican incorrectamente el REL y RER alrededor del núcleo o próximos a este, pero en extremos opuestos (Figura 2G); y tres sitúan al aparato de Golgi bordeando al núcleo, quedando el retículo en una posición más externa. En otras ocasiones alejan el aparato de Golgi del núcleo y del retículo, situándolo muy próximo a la membrana plasmática (Figura 2G). Estas situaciones no se corrigen apenas en el *postest*. Por otro lado, llama la atención que en el *postest* aumente de tres a siete el número de estudiantes que dibujan los centriolos junto a la membrana (Figura 2G), siendo lo correcto ubicarlos próximos al núcleo. En cuanto al citoesqueleto, la mayoría lo representan mediante una o varias líneas dispersas por el citoplasma, tanto en los dibujos iniciales como en los finales. Solo en uno de los dibujos (Figura 2A, célula animal) se intenta reflejar su continuidad a lo largo del citoplasma. Finalmente, aunque en los dibujos iniciales más de la mitad de los estudiantes dibujen una única mitocondria, en los finales aumenta el número de alumnos que representan varias repartidas por el citoplasma (Figura 2H). Respecto a la célula procariota, suelen representarla bastante vacía y, considerando los dibujos finales representativos, la ubicación de las estructuras es correcta (Figura 2E), salvo en dos casos: estudiantes que dibujan la pared celular más interna que la membrana plasmática (2) y aquellos que, además de incluir núcleo, representan el material genético fuera del mismo (2).

Discusión y conclusiones

Las dificultades al aplicar e interpretar la escala, usar la visión espacial, o representar y ubicar los componentes subcelulares, se asocian al desconocimiento del funcionamiento celular en general (Cohen y Yarden, 2010; Mengascini, 2006). Por ello, el análisis de los dibujos iniciales y finales de la célula permite conocer la evolución del conocimiento sobre la estructura celular tras la intervención educativa basada en el relato.

En primer lugar, los dibujos confirman que la escala intercelular es frecuentemente vulnerada al representar células procariotas y eucariotas, algo que Pérez-Martin et al. (2019) evaluaron usando un *test*. Sin embargo, tras la intervención, en más de la mitad de los dibujos se aprecia la diferencia de tamaño entre ellas, llegando a respetarse en algunos la proporcionalidad bacteria-mitocondria. Esto refleja que, mediante el relato, los estudiantes interiorizan e integran en sus representaciones el origen endosimbionte de los orgánulos eucariotas a partir de bacterias, siendo el tamaño de estas necesariamente inferior (Figuras 1B y 1D). Respecto a la escala intracelular, todos los estudiantes la respetan en la célula procariota. Sin embargo, la proporcionalidad del contenido intracelular eucariota se guarda en menor medida, lo que puede deberse, por un lado, a que las metodologías de aula empleadas no suelen proponer actividades que exijan al alumnado destrezas como dibujar, y, por otro lado, a la utilización de libros de texto y otras fuentes en las que aparecen imágenes sin escalar, simplistas o con errores (Camacho et al., 2012) que influyen la forma de representar la célula (Rodríguez, 2003). Además, estas ilustraciones suelen combinar indistintamente vistas 3D y 2D, lo que, junto con la dificultad de visualizar estructuras celulares 3D a través de imágenes 2D, complica la identificación de microfotografías donde cambie su orientación y se combinen escalas diferentes (Mengascini, 2006). Asimismo, la conversión 3D-2D podría suponer un problema al representar la estructura celular. En nuestro estudio, los dibujos iniciales y finales de la célula procariota reflejan un uso bajo o nulo de la visión espacial por los estudiantes. Sin embargo, la intervención mejoró el nivel de complejidad de los dibujos de la célula eucariota, al integrarse con más frecuencia la tridimensionalidad en las representaciones. Esto podría deberse a que, durante el discurso, se emplean imágenes y esquemas realistas de secciones celulares y estructuras 3D (Figuras 1B-C).

Por otro lado, la intervención promovió una mejora en el conocimiento del interior celular, ya que se obtuvieron ejemplos del nivel más alto de complejidad («representativo total»), tanto en procariotas como en eucariotas.

No obstante, el nivel general se sigue manteniendo medio-bajo. En el *postest*, casi todos los estudiantes presentan un conocimiento parcial de la estructura celular eucariota, y, en torno a la mitad, lo hacen de la procariota. Esto puede deberse a que, durante la enseñanza formal se hace más hincapié en la primera por su mayor complejidad estructural, y apenas se les presenta información sobre las procariotas. A pesar de todo ello, muchos estudiantes parecen considerar los dos tipos celulares muy similares en cuanto a estructura, y nuestros resultados muestran la persistencia de otras ideas descritas previamente, como la fuerte asociación entre núcleo y célula, y la omisión de rótulos como el de citoplasma o material genético (Cohen y Yarden, 2010). Esto sugiere que los escolares entienden que ambos tipos celulares están «huecos» (Mengascini, 2006). Respecto a las estructuras subcelulares representadas, nuestros resultados mostraron un aumento de complejidad en el *postest*, al incrementarse los rótulos de estructuras relevantes en los dibujos. Por ejemplo, se utilizan términos como *pili* en las células procariotas que no aparecían en el *pretest*, probablemente por estarse confundiendo inicialmente con los cilios eucariotas (Figura 1A). Nuestro estudio también detectó dificultades relacionadas con la terminología científica, adicionales a las ya descritas por Dikmenli (2010). Por tanto, la intervención incita a los estudiantes a juzgar críticamente los materiales educativos. Además, el relato promueve la adquisición de lenguaje científico (Sutton, 2003), estrechamente ligado al aprendizaje de las ciencias. En este caso, al dotar a los términos de sentido y relacionarlos entre sí, el relato facilita la integración de los términos en los modelos.

Finalmente, si consideramos la ubicación de las estructuras, no se han hallado apenas errores en la célula procariota, al ser su modelo más sencillo. En la eucariota, la mayoría de las representaciones son del modelo prototípico animal, predominante en los libros de texto, y que parece asimilarse mejor que el de la célula vegetal (Caballer y Giménez, 1993). Así, los estudiantes dibujan células eucariotas circulares, con núcleos también redondos y centrales, y orgánulos poco realistas e inconexos entre sí (Figura 2F). Esta distribución se corresponde con la noción de «huevo frito» señalada por Díaz y Jiménez-Aleixandre (2008), que induce al desconocimiento de la diversidad morfológica y funcional de las células, y al mantenimiento de ideas alternativas hasta niveles educativos superiores (Galagovsky et al., 2017). Esta simplificación del proceso de enseñanza-aprendizaje también podemos verla en la mitocondria o el citoesqueleto eucariotas. Muchos esquemas solo representan una, y el citoesqueleto en forma de líneas cruzadas en un extremo celular; algo que los alumnos imitan en sus dibujos. En el caso de las procariotas, el flagelo aparece en la mayoría de los dibujos, probablemente por lo llamativa que resulta esta estructura en las representaciones de los libros de texto. Pero el flagelo no está presente en todas las bacterias; sin embargo, el material genético, que sí lo está, solo aparece rotulado en 11 casos del *pre-* y 15 casos del *postest*. Por todo lo expuesto, consideramos esencial promover el uso del relato con ilustraciones rigurosas en las aulas de ciencias para que los estudiantes construyan su modelo de célula correctamente, contribuyendo a mejorar sus representaciones y a minimizar las dificultades de comprensión señaladas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación y la difusión de sus resultados está financiada por la convocatoria de contratos predoctorales FPI-UAM 2019 (TEM) y por los proyectos EDU2017-82688-P (JMPM y TEM) y PGC2018-096581-B-C22 (BBT y TEM).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caballer, M. J., y Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las ciencias, 11*(1), 63-68. Recuperado de: http://bit.ly/3bGkdVG

Camacho, J. P., Jara, N., Morales, C., Rubio, N., Muñoz, T., y Rodríguez, T. (2012). Los modelos explicativos del estudiante acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9*(2), 196-212. Recuperado de: http://bit.ly/38vKVOR

Cañal, P. (2013). Introducción a la monografía: enseñar y aprender sobre la célula viva. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, *73*, 5-14.

Chan, Y. H. M., y Marshall, W. F. (2010). Scaling properties of cell and organelle size. *Organogenesis*, *6*(2), 88-96. DOI: https://doi.org/10.4161/org.6.2.11464

Cohen, R., y Yarden, A. (2010). How the curriculum guideline "The Cell is to be studied longitudinally" is expressed in six israeli junior High School textbooks. *Journal of Science Education and Technology*, *19*(3), 276-292.

Csikar, E., y Stefaniak, J. E. (2018). The utility of storytelling strategies in the biology classroom. *Contemporary Educational Technology*, *9*(1), 42-60. Recuperado de: http://bit.ly/2uFuzVg

Díaz de Bustamante, J., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2008). El desarrollo de competencias para usar la noción de célula en secundaria. En P. Calvo y J. Fonfría (Eds.), *Recursos didácticos en Ciencias Naturales* (pp. 169-186). Madrid: RSEHN. Recuperado de: http://bit.ly/2Sy61ql

Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, *5*(2), 235-247. Recuperado de: http://bit.ly/2GuNCne

Fernández, M. D. M., y Jiménez-Tejada, M. P. (2019). Difficulties learning about the cell. Expectations vs. reality. *Journal of Biological Education*, *53*(3), 333-347.

Flores, F., Tovar, M. E., y Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, *25*(2), 269-286. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690210126793

Galagovsky, L., Ospina, N., y Merino, G. (2017). La célula real vs. el modelo de célula: una tensión epistemológica con implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, *Nº Extra*, 3873-3880. Recuperado de: http://bit.ly/2QuDvoh

Gómez-Llombart, V., y Gavidia-Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(3), 441-455. Recuperado de: http://bit.ly/36E8vYU

Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, *3*(2), 283-293. Recuperado de: http://bit.ly/2ZTD7Tr

Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *3*(3), 485-495. Recuperado de: http://bit.ly/2uNIGb0

Pérez-Martín, J. M., Sánchez, N., Maroto, R. M., Aquilino, M., y Bravo-Torija, B. (2019). El relato y la imagen realista *(Storytelling)* para la mejora de la enseñanza de la célula en educación secundaria. En M. G. Montero, A. Baratas y A. Brandi (Eds.), *Experiencias didácticas en el ámbito STEM* (pp. 191-199). Madrid: Editorial Santillana.

Rodríguez-Palmero, M. (2003). La célula vista por el alumnado. *Ciência y Educação*, *9*(2), 229-246. Recuperado de: http://bit.ly/2TgfAei

Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencia como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, *21*(1), 21-26.

Tapia-Luzardo, F., y Arteaga Quevedo, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, *30*(3), 281-294.

Vlaardingerbroek, B., Taylor, N., y Bale, C. (2014). The Problem of Scale in the Interpretation of Pictorial Representations of Cell Structure. *Journal of Biological Education*, *48*(3), 154–162. DOI: https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849284

CO.02 Evaluación entre iguales representativa e inmediata con dispositivos móviles en el aula de Ciencias: MOARS

Gregorio Jiménez Valverde

Grupo de Innovación Docente de Educació Científica, Tecnològica i per a la Sostenibilitat (EduCits). Facultat d'Educació. Universitat de Barcelona. gregojimenez@ub.edu

RESUMEN

MOARS (MObile Audience Response System) es un software gratuito, de código abierto, que puede usarse en cualquier dispositivo con navegador de Internet y que permite realizar una evaluación entre iguales, siguiendo un sistema de rúbricas, en la que los estudiantes tienen que elegir una alternativa para cada ítem de la rúbrica. El sistema procesa los datos en tiempo real y, por tanto, tanto docente como estudiantes pueden consultar los resultados de dicha evaluación de manera inmediata. En el trabajo se describe una experiencia de evaluación entre iguales con alumnado de FP de Química utilizando MOARS, conjuntamente con el sistema Polleverywhere, que permite realizar una evaluación entre iguales cualitativa (*peer feedback*). La encuesta de valoración de los estudiantes reveló el alto grado de satisfacción con esta experiencia, la percepción de éstos de que el feedback recibido les sería útil de cara a futuras presentaciones y una ligera sensación de menor comodidad a la hora de evaluar cuantitativamente a sus compañeros en relación con una evaluación cualitativa.

Palabras clave: Evaluación entre iguales; tecnologías móviles; TIC, MOARS.

INTRODUCCIÓN

Diversos autores han señalado la importancia de incluir diferentes instrumentos de evaluación en la enseñanza de las ciencias, que vayan más allá de la evaluación realizada exclusivamente por el docente y en la

que la evaluación ha de ser entendida como una parte más del proceso de aprendizaje del estudiante, con un enfoque que permita identificar los avances y las dificultades o errores del proceso educativo (Anker-Hansen y Andrée, 2019; Lui and Andrade, 2014).

En la evaluación entre iguales "los estudiantes realizan un análisis y valoración sobre las actuaciones y/o producciones desarrolladas por algún estudiante o grupo de estudiantes de su mismo estatus o nivel" (Rodríguez, Ibarra y García, 2013) y permite que, al igual que en la autoevaluación, los estudiantes adopten un papel más activo en su aprendizaje (Boud, 1995; Orsmond, Merry y Reiling, 1996), facilitando la autorregulación de su aprendizaje.

En España, las disposiciones legales vigentes en materia educativa incorporan, cada vez de manera más o menos explícita, la evaluación entre iguales y la autoevaluación (véase, por ejemplo, el artículo 4.3 de la orden ENS/108/2018, que regula la evaluación de la ESO en Cataluña), y en trece países europeos las directrices oficiales para la evaluación recomiendan la autoevaluación o la evaluación entre iguales durante el periodo de escolarización obligatoria (Ministerio de Educación, 2012).

Si un docente se plantea llevar a cabo una evaluación entre iguales de su alumnado, en un aula estándar de 25 estudiantes y utiliza una rúbrica de 5 ítems, se acaban generando 3000 datos, lo cual puede frenar que el docente acabe llevando a cabo dicha evaluación entre iguales, debido al esfuerzo, y tiempo, que puede representar analizar toda la información generada.

En ocasiones, para salvar esta dificultad, el docente puede organizar la evaluación entre iguales de sus estudiantes simplificando el número de evaluadores y, por tanto, hacer que el trabajo de un estudiante sea evaluado por solo uno o dos de sus compañeros, en lugar de ser evaluador por el resto de los compañeros de su grupo clase, como se describe en el estudio de Custodio, Máquez y Sanmartí (2015). En este tipo de casos, se pierde la representatividad, ya que el trabajo de un estudiante no es evaluado por el resto de la clase y, en cualquier caso, los evaluadores necesitan un tiempo para evaluar el trabajo del compañero, lo que imposibilita que el feedback recibido sea inmediato.

MOARS

El módulo PA (*Peer Assessment*) de MOARS (*MObile Audience Response System*) permite abordar este problema. MOARS es un software gratuito, de código abierto, y que puede usarse en cualquier dispositivo que tenga un navegador de Internet, por ejemplo, los propios smartphones de los estudiantes.

El docente interesado en el uso de MOARS puede descargárselo (junto con el módulo PA) de la web www.moars.com y, a continuación, debe instalarlo en un servidor web Apache con PHP y MySQL. Una vez instalado, se añaden profesores al sistema, se crea un curso y se le asigna un profesor y, por último, se incorporan los estudiantes de ese curso, a los que se les generará un nombre de usuario y contraseña, que luego deberán conocer.

Usar el módulo PA es bastante sencillo. En primer lugar, el profesor crea una "encuesta", que consta de una serie de preguntas y, para cada pregunta, una serie de respuestas predefinidas, de las que luego cada evaluador tendrá que seleccionar una por cada pregunta de la encuesta. Pueden ser, por tanto, preguntas tipo Likert en la que los estudiantes manifiesten su grado de conformidad a una determinada afirmación. En este caso, se recomienda que las opciones bajas sean para las respuestas negativas o de disconformidad y las opciones altas sean para las respuestas positivas o de conformidad. Así, por ejemplo, la opción 1 correspondería a "Totalmente en desacuerdo", dejado la respuesta "totalmente de acuerdo" al valor más alto de la escala que estemos considerando.

A continuación, el docente tiene que abrir el módulo PA y seleccionar la "encuesta" y el curso en el que se va a realizar la actividad de evaluación. El sistema asignará un código numérico (o "actividad a evaluar") diferente a todos los estudiantes de ese curso para esa actividad de evaluación entre iguales concreta. Los estudiantes ya

pueden evaluar a sus compañeros: basta que, con el navegador de sus dispositivos móviles, se dirijan a la URL donde su profesor instaló MOARS, introduzcan su nombre de usuario/contraseña en el sistema y el código numérico del compañero al que van a evaluar (figura 1).

El docente podrá elegir si los estudiantes pueden ver o no las evaluaciones que van recibiendo de sus compañeros (tal vez el docente prefiera que los resultados de las evaluaciones sean visibles solo cuando todos hayan sido evaluados). En el caso de hacerlos visibles, los resultados que los estudiantes verán serán series de gráficos de barras, indicando número de compañeros (y porcentaje) que eligió cada opción posible en cada una de las preguntas del cuestionario, y en todo caso, manteniendo el anonimato.

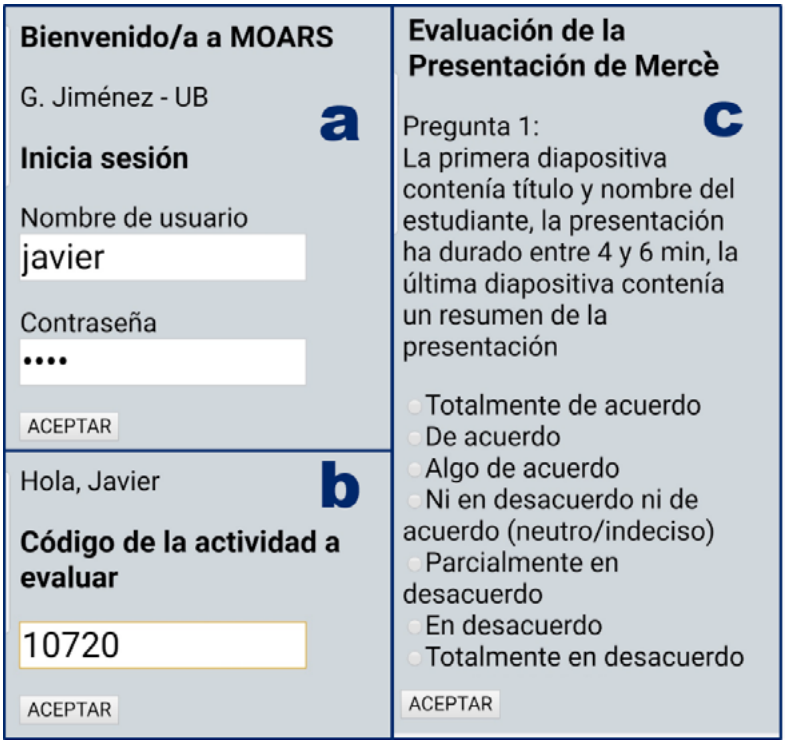


Figura 1. Ejemplo de uso de MOARS por parte de los estudiantes. El usuario "javier" se conecta a MOARS con su nombre de usuario y contraseña (a), introduce el código asociado a su compañera Mercè (b) e inicia la evaluación de la presentación de Mercè (c).

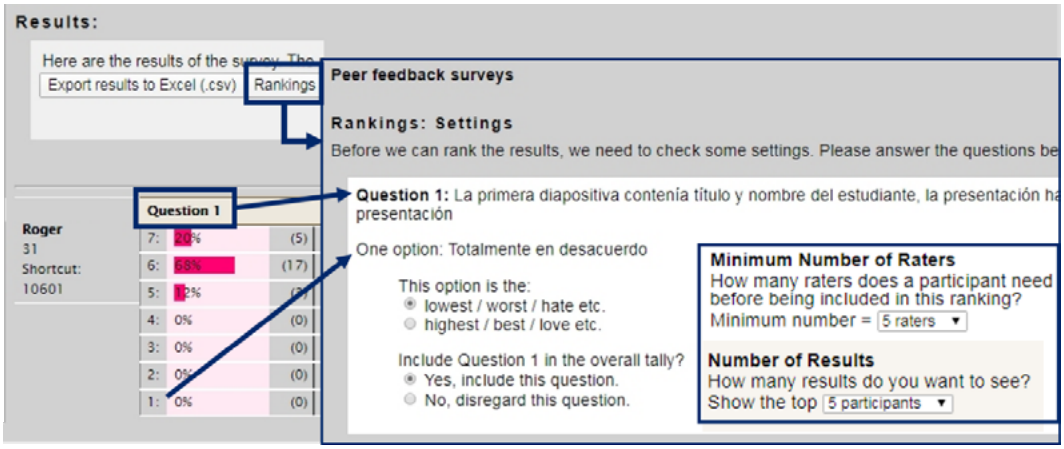


Figura 2. "Resultados de clase" de la evaluación entre iguales. Puede verse el resultado obtenido en la primera pregunta por el alumno Roger ("actividad a evaluar" 10601), con el número de compañeros (y porcentaje) que eligieron cada una de las posibles respuestas. A la derecha, menú que aparece si se selecciona la opción "ranking" para mostrar los resultados y en la que es necesario indicar qué

preguntas se desea que se tengan en cuenta para confeccionar dicho ranking y si la respuesta 1 de cada pregunta corresponde a la peor o a la mejor valoración.

Desde la perspectiva del docente, los resultados de la evaluación entre iguales estarán disponibles en dos formatos: "resultados de clase", donde verá los resultados en forma de gráficos de barras, con la posibilidad de exportarlos en formato .CSV a una hoja de cálculo), o de rankings (figura 2), y "datos de investigación", en donde se pueden exportar los datos de las evaluaciones para ser analizados por software estadístico.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia con MOARS descrita en este trabajo se ha llevado a cabo durante el curso 2019-2020 con estudiantes del Ciclo Formativo de Química Ambiental, en el Institut Mercè Rodoreda, de L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona). En total, participaron 34 estudiantes (21 mujeres y 13 hombres), correspondientes a dos grupos-clase y de edades comprendidas entre los 17 y los 43 años.

Al inicio del primer trimestre, para aprovechar que los estudiantes no se conocen entre ellos y, por tanto, para evitar el problema de la posible falta de objetividad en sus evaluaciones, mencionada por Chen (2010) en una experiencia de evaluación entre iguales similar, se les propuso una actividad voluntaria consistente en elegir una noticia relacionada con el agua y realizar una presentación oral, de entre 4 y 6 minutos, ayudados de un archivo PowerPoint, en la que destacaran los aspectos más importantes de la noticia e hicieran un comentario crítico sobre la misma. Esta actividad podría subir hasta un punto la calificación del primer examen parcial de la asignatura.

El profesor preparó una "encuesta" con 8 afirmaciones en la que los estudiantes, al acabar la presentación del evaluado, tenían que manifestar su grado de acuerdo sobre las mismas, que versaban tanto sobre los aspectos formales de la presentación, como sobre los de contenido científico y crítico (tabla 1).

Tabla 1. Aspectos a valorar en la evaluación entre iguales (1=totalmente en desacuerdo, 4=neutral, 7=totalmente de acuerdo).

ASPECTOS A VALORAR
1- La primera diapositiva contenía título y nombre del estudiante, la presentación ha durado entre 4 y 6 min, la última diapositiva contenía un resumen de la presentación
2- Las diapositivas contienen frases cortas y fáciles de leer (tamaño y color de la letra adecuados, con un fondo que facilita la lectura), hay un buen equilibrio entre imágenes y texto
3- Se ha utilizado un vocabulario simple y preciso, usando sus propias palabras. El texto no presentas faltas de ortografía
4- La presentación es coherente y está bien organizada. Sigue un orden lógico
5- La exposición oral ha sido clara y concisa, con un tono de voz alto y relajado, postura corporal correcta y sin detenerse a leer las diapositivas
6- En la primera parte de la presentación, la noticia elegida ha sido explicada y descrita con rigor y claridad
7- En la segunda parte de la presentación, el análisis crítico de la noticia es adecuado, riguroso y con conexiones a otros temas
8- La presentación ha sido interesante, tanto por el tema elegido como por la manera de exponerla, y el orador ha conseguido atraer la atención del público

La evaluación entre iguales con MOARS tuvo lugar justo después de la exposición oral de cada estudiante. El profesor también evaluó las presentaciones de los estudiantes y para el estudiante evaluado, la valoración

del profesor era indistinguible de las que recibía de sus compañeros. Además, para completar el feedback que recibirían los estudiantes de su presentación con una valoración cualitativa, se pidió a los evaluadores que, utilizando PollEverywhere, indicaran un aspecto positivo y otro mejorable de la presentación del compañero evaluado. PollEverywhere es otra aplicación gratuita que permite obtener un feedback inmediato y cuyas características completas han sido descritas en un trabajo anterior (Jiménez, 2018). Esta evaluación cualitativa, recogida con PollEverywhere constituye lo que algunos autores llaman *peer feedback* (Gielen et al., 2010).

En cuanto a la autoevaluación, el módulo PA de MOARS no permite la autoevaluación de los estudiantes, por lo que no pudieron realizar una autoevaluación cuantitativa. Sin embargo, sí que se les pidió que, usando PollEverywhere, realizaran un comentario crítico de su propia presentación, escribiendo tres asteriscos al final de dicho comentario, para que el profesor pudiera identificar este comentario autocrítico.

Al finalizar todas las exposiciones orales, cada estudiante tuvo acceso al resultado de la evaluación recibida por él, tanto la cuantitativa con MOARS (en forma de gráficos de barras e indicación del número de compañeros que habían elegido cada opción), como la cualitativa con PollEverywhere (todos los comentarios que recibió de sus compañeros y del profesor, así como el comentario autocrítico escrito por el propio estudiante evaluado). En la figura 3 puede verse un ejemplo de los resultados, cuantitativos y cualitativos, recibidos por una estudiante.

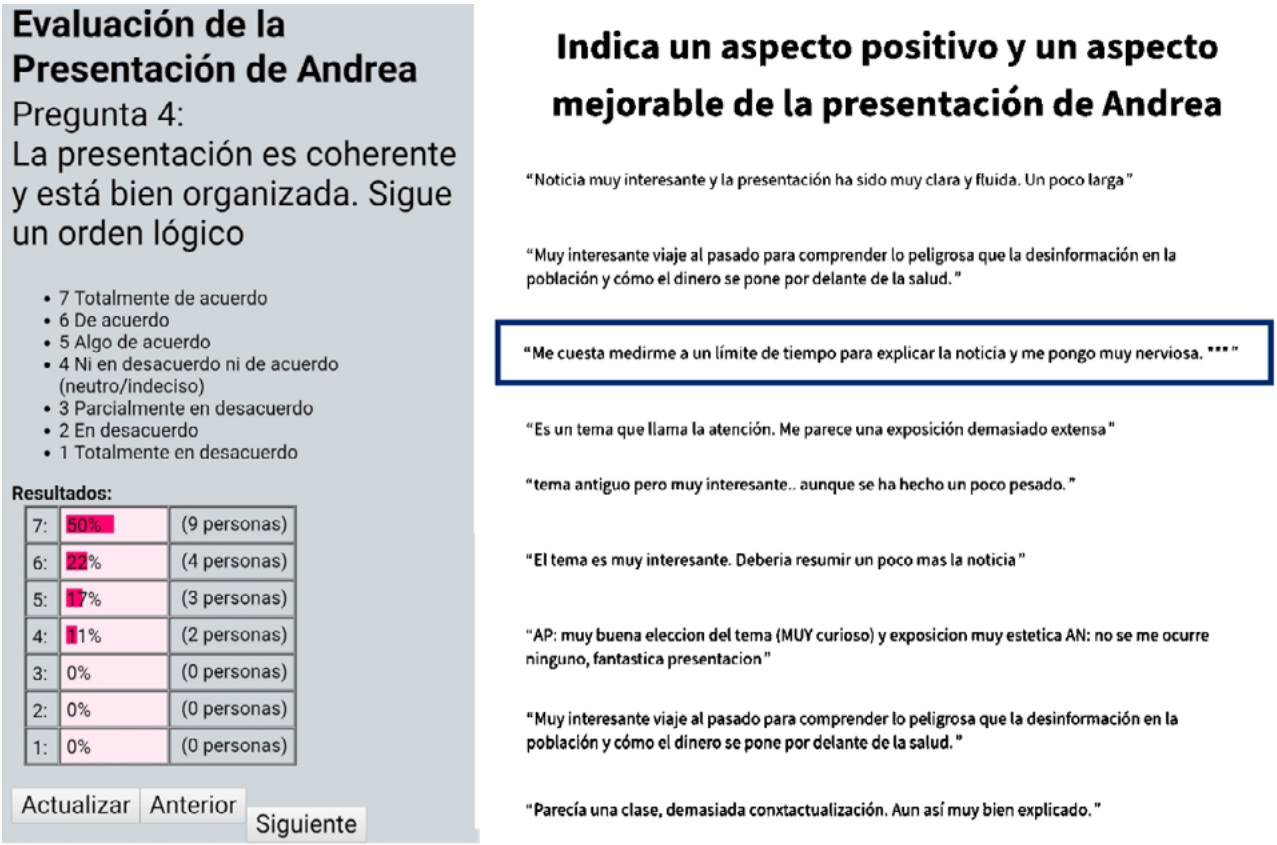


Figura 3. Resultado (extracto) de la evaluación entre iguales recibida por una estudiante. A la izquierda, se observa el resultado obtenido para la pregunta 4. A la derecha, algunos de los comentarios recibidos por sus compañeros y, enmarcado, el comentario autocrítico.

Para la obtención de la calificación numérica del estudiante en esta actividad y que, por tanto, serviría de bonificación en la nota del primer parcial de la asignatura, se tuvo en cuenta tanto la evaluación cuantitativa realizada por sus compañeros como la realizada por el profesor.

VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La valoración de esta experiencia por parte del alumnado se llevó a cabo a través de una encuesta que el alumnado completo al finalizar la actividad, en una sesión posterior a las de las presentaciones orales.

La primera cuestión que se planteó al alumnado fue sobre su sensación a la hora de recibir evaluaciones de sus compañeros: consideraron positivo o muy positivo tanto poder recibir un feedback cualitativo (91,1%) como una evaluación cuantitativa (82,4%). Sin embargo, estos porcentajes descendieron sensiblemente, especialmente el cuantitativo, cuando se les preguntó acerca de ser ellos los evaluadores. Así, el porcentaje del alumnado que consideró positivo o muy positivo poder evaluar cuantitativamente a sus compañeros bajó hasta el 70,6%, mientras que la bajada en el caso de la evaluación cualitativa no fue tan pronunciada, quedándose en el 85,3%.

En segundo lugar, se les preguntó acerca de los 8 aspectos del cuestionario cuantitativo (tabla 1). Los ítems 1, 3, 7 y 8 fueron señalados por algún estudiante como cuestiones en las que no sabía exactamente qué estaba evaluando, si bien el 88,2% del alumnado manifestó que había entendido qué se estaba evaluando en todos ellos. Los estudiantes manifestaron estar mayoritariamente de acuerdo o muy de acuerdo cuando se les preguntó si fueron adecuados cada uno de los 8 ítems de evaluación. Los dos aspectos que recibieron mayor porcentaje de estudiantes que los consideraron "poco adecuados" fueron el 7 (26,5%) y el 8 (14,7%). También se les preguntó si echaron de menos algún aspecto a evaluar, no incluido en la "encuesta" y, aunque casi todos los estudiantes consideraron que no, un estudiante estimó oportuno evaluar "si se mantuvo contacto visual con el profesor y con todos los compañeros".

La tercera de las cuestiones planteadas al alumnado era referente a la escala utilizada en la valoración cuantitativa (del 1 al 7, siendo 1 "en total desacuerdo", 4 "neutro/indeciso" y 7 "en total acuerdo"). Solo el 17,6% pensó que esta escala era adecuada. Y aunque el 23,5% hubiese preferido una escala "más familiar" para ellos (del 1 al 10), la mayor parte del alumnado (58,8%) se decantó por una escala más estrecha, del 1 al 5.

En cuanto a la utilidad de las evaluaciones recibidas de cara a realizar mejores presentaciones en el futuro, un 58,9% está de acuerdo o muy de acuerdo en que la evaluación cuantitativa recibida les será útil en futuras presentaciones, mientras que el porcentaje para esa misma cuestión referida a la evaluación cualitativa es del 76,5%. De hecho, cuando se les pregunta cuál de las dos evaluaciones les resultará más útil de cara al futuro, el 17,6% de los estudiantes consideró que el feedback cuantitativo (MOARS) les sería más útil para mejorar en futuras presentaciones, mientras que el 47,1% opinó que es el feedback cualitativo (PollEverywhere) el que les sería más útil en el futuro. Para el resto (35,3%), los dos tipos de feedback son igualmente útiles de cara a mejorar en futuras presentaciones. Sobre la evaluación cualitativa cabe destacar que un 70,6% del alumnado consideró que los comentarios que habían recibido eran "realistas".

Finalmente, se les preguntó "¿Cuál es tu valoración global hacia esta actividad?" y un 94,1% del alumnado contestó con "positiva" o "muy positiva". Adicionalmente, se les pidió que señalaran los aspectos positivos y negativos de esta experiencia de evaluación entre iguales usando MOARS y PollEverywhere: los resultados se detallan en la tabla 2.

Casi la mitad de los estudiantes señaló como aspecto positivo el poder recibir un feedback de sus compañeros y poder mejorar en futuras presentaciones, incluso un estudiante señaló que, al haberse hecho esta actividad al inicio de curso, las valoraciones recibidas eran objetivas, ya que "no me conocían de nada". Una quinta parte del alumnado señaló aspectos relacionados con la ejecución de la actividad: que era dinámica, innovadora, que les motivaba más o que, al tener que evaluar a otros compañeros, les hacía prestar más atención. El 17,6% del alumnado destacó como aspecto positivo la posibilidad de subir nota con la actividad, mientras que para el 8,8% de ellos el aspecto más positivo fue la posibilidad de elegir libremente el tema de la exposición.

Tabla 2. Respuestas de los estudiantes a la pregunta "Indica los aspectos positivos y negativos de esta experiencia" (N=34)

ASPECTOS POSITIVOS		ASPECTOS NEGATIVOS	
Recibir feedback de los compañeros y poder mejorar	47,1 %	Ninguno	23,5%
		Poco tiempo para evaluar	23,5 %
Dinámica, innovadora, motivadora, más atención	20,6 %	Exposición individual	8,8 %
		Evaluaciones subjetivas	8,8 %
Posibilidad de subir nota	17,6 %	Evaluación larga	8,8 %
Poder elegir el tema	8,8 %	Escala (1-7) demasiado amplia	5,9 %
Practicar exposición oral	5,9%	Tener que evaluar a otros	5,9 %
		Otros	14,8%

En cuanto a los aspectos negativos, cabe destacar que el 23,5% del alumnado no indicó ninguno, lo cual supone en sí mismo un aspecto positivo. El mismo porcentaje señaló el poco tiempo para evaluar como principal aspecto negativo de esta experiencia. Que la exposición fuera individual (y no en grupos o parejas), que la evaluación fuera demasiado larga y que los evaluadores no siempre fueran justos con sus evaluaciones fueron motivos igualmente señalados como negativos, con idéntico porcentaje del alumnado cada uno de ellos: 8,8%. También fueron mencionados como aspectos negativos el hecho de tener que evaluar a sus compañeros o que la escala de valoración de MOARS era demasiado ancha (del 1 al 7), ambos aspectos con un 5,9% del alumnado.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

A la luz de los resultados obtenidos, podemos concluir que nuestro alumnado valora positivamente poder recibir feedback de sus compañeros, especialmente el de tipo cualitativo. Sin embargo, no se siente igual de cómodo a la hora de tener que evaluar a sus compañeros, especialmente cuando esta evaluación es de tipo cuantitativa. Destaca también el sentimiento de algunos estudiantes de que la evaluación pueda no ser subjetiva y, por tanto, consideran positivo que la actividad se realizara al inicio de curso, cuando aún no se conocían entre ellos.

Distintos autores han señalado la necesidad de que el alumnado asuma mayor implicación en el proceso de evaluación (Jiménez y Llitjós, 2006; Sanmartí y Jorba, 1995) y, cada vez de una manera más explícita, los currículos educativos incluyen la autoevaluación y la evaluación entre iguales los currículos. En este sentido, MOARS y PollEverywhere han demostrado ser dos recursos digitales que facilitan la evaluación entre iguales, puesto que han permitido procesar estas evaluaciones de una manera rápida y anónima, lo cual ayuda a reducir la sensación de incomodidad que puede mostrar parte del alumnado. El docente debe asegurarse, eso sí, que los estudiantes tengan suficiente tiempo para realizar la evaluación de sus compañeros y que los aspectos a evaluar estén suficientemente claros para el alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anker-Hansen, J. y Andrée, M. (2019). Using and rejecting peer feedback in the science classroom: a study of students' negotiations on how to use peer feedback when designing experiments. *Research in Science & Technological Education*, *37*(3), 346-365. DOI: https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1557628

Boud, G. (1995). The role of self assessment in student grading. En D. Boud, *Enhancing learning through self*

assessment (pp. 167-176). Londres: Kogan Page.

Chen, C. H. (2010). The implementation and evaluation of a mobile self- and peer-assessment system. *Computers & Education*, *55*(1), 229–236.

Custodio, E., Márquez, C. y Sanmartí, N (2015). Aprender a justificar científicamente a partir del estudio del origen de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, *33*(2), 133-155.

Gielen, S., Peeters, E., Dochy, F., Onghena, P., y Struyven, K. (2010). Improving the effectiveness of peer feedback for learning. *Learning and Instruction*, *20*(4), 304-315.

Jiménez, G. y Llitjós, A (2006). Deducción de calificaciones individuales en actividades cooperativas: una oportunidad para la coevaluación y la autoevaluación en enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, *3*(2), 172-187. Recuperado de:https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3858/3436

Jiménez, G. (2018). Obtención de feedback inmediato y representativo con smartphones y tabletas: dos experiencias en la clase de Ciencias usando PollEverywhere. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Coord.), *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (pp. 127-132). La Coruña: Universidade da Coruña. DOI: https://doi.org/spudc.9788497496896

Lui, A. y Andrade, H. Student Peer Assessment (2014). En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education*. Dordrecht: Springer.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Madrid: Secretaría General Técnica. DOI: https://dx.doi.org/10.2797/90921

Orsmond, P., Merry, S. y Reiling, K. (1996). *The importance of marking criteria in the use of peer assessment. Assessment & Evaluation in Higher Education*, *21*(3), 239-250.

Rodríguez, G., Ibarra, M.S. y García, E. (2013). Autoevaluación, evaluación entre iguales y coevaluación: conceptualización y práctica en las universidades españolas. *Revista de Investigación en Educación*, *11*(2), 198-210.

Sanmartí, N. y Jorba, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique*, *4*, 59-77.

CO.03 Conocimientos de los maestros de primaria en formación inicial sobre la polinización y las abejas como insectos polinizadores

Borja Gómez Prado, Blanca Puig.

Departamento de Didáctica Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela. Borja.gomez.prado@usc.es

RESUMEN:

La polinización es fundamental para la estabilidad de los ecosistemas y como tal, forma parte del currículum de educación primaria. Las abejas juegan un rol importante y además son buenos organismos modelo para el estudio de los procesos de polinización en el aula. En este trabajo se analizan las ideas previas a la instrucción alrededor de la noción de polinización y las interacciones de las abejas en los ecosistemas por parte de un grupo maestros de primaria en formación inicial. La mayoría de los participantes no expresan ideas sofisticadas sobre la polinización y muestran una visión instrumental acerca de las interacciones de las abejas en el medio. Los resultados apuntan a la necesidad de mejorar la formación inicial de los maestros de primaria para promover una visión global sobre la polinización y el papel de los insectos polinizadores, que integre las interacciones en el ecosistema.

Palabras clave: maestros de primaria en formación inicial, polinización, abejas, ideas previas.

INTRODUCCIÓN

Dada su importancia como uno de los principales insectos polinizadores y su comportamiento social, las abejas constituyen un buen e interesante modelo para la enseñanza y aprendizaje de la polinización, así como de los animales invertebrados, particularmente los insectos. Ofrecen además como ventaja, ser insectos familiares para el alumnado que generan entre ellos/as emociones positivas (Gómez y Puig, en prensa). Las abejas como insectos polinizadores claves han sido foco de atención en investigaciones con maestros de primaria en formación inicial que muestran los beneficios de estos organismos a la hora de fomentar la argumentación científica en el aula, además de otros aspectos (Cho y Lee, 2017; Evagorou y Puig, 2017). Por otro lado, son uno de los principales insectos polinizadores tanto por su abundancia como por su actividad y eficiencia, así como de sus estructuras morfológicas involucradas en el proceso de polinización biótica que es un pilar fundamental para el mantenimiento de la diversidad vegetal y por tanto de la diversidad de toda la vida terrestre.

Un estudio sobre la importancia del aprendizaje por parte del público general de distintas nociones de entomología en el que participaron 234 expertos entomólogos, indica que la polinización es el concepto más valorado, debido, entre otros aspectos, a sus beneficios en la producción de alimentos (Pearson, Kerri y Wyatt, 2007). Sin embargo, la polinización no es un concepto que haya sido ampliamente investigado o utilizado desde la didáctica de las ciencias (Baranzelli et al., 2018) y entre los que hemos podido localizar, la mayoría apuntan a dificultades por parte del alumnado en la comprensión de este término (por ejemplo, Hershey 2004; Bebbington 2005; Mak, Yip y Chung, 1999).

Autores como Kurt, Ekici, Aksu y Akta (2013) llevaron a cabo una investigación con maestros de primaria en formación inicial en la que identificaron ideas alternativas sobre la reproducción en las plantas y otros seres vivos por parte de los participantes. En el caso del alumnado de primaria, las investigaciones señalan limitaciones en los conocimientos sobre los ciclos de vida, características e impacto en la vida humana de los insectos (Barrow, 2002; Shepardson, 2002). Estos problemas, en particular los relativos a los ciclos de vida, persisten entre el alumnado de secundaria (Cinici, 2013), lo que da cuenta de la importancia de abordar estas cuestiones desde la educación científica básica.

En nuestro contexto, en el ámbito de formación inicial de maestros de primaria, hasta dónde hemos investigado, no existen trabajos previos centrados en el análisis de los conocimientos que poseen los futuros/as maestros/as de este nivel acerca de la polinización y los insectos polinizadores, lo que justifica la necesidad de este estudio. Este trabajo pretende avanzar el conocimiento sobre estas cuestiones partiendo de las siguientes preguntas de investigación:

P1. *¿Qué noción de polinización manejan un grupo de futuros docentes de Primaria? Específicamente, ¿en qué medida incluyen aspectos claves que intervienen en este proceso?*

P2. *¿Qué tipos de interacciones en el medio son capaces de identificar un grupo de futuros docentes de Educación Primaria respecto a las abejas?*

METODOLOGÍA

Participantes y tarea

Los participantes son un grupo de 137 estudiantes, conformado por 90 mujeres y 47 hombres, cursando una materia de didáctica de la biología del Grado de Educación Primaria en la Universidad de Santiago de Compostela, en la que la polinización se trabaja como parte de los contenidos nucleares relacionados con seres vivos e interacciones en el medio. La tarea que se analiza se enmarca en un proyecto más amplio sobre la polinización y las abejas que implica a un grupo de futuros docentes en distintas actividades sobre insectos y el problema de la pérdida de polinizadores mediante un enfoque de participación en prácticas científicas.

En este artículo nos centramos en el análisis de dos de las preguntas incluidas en la tarea inicial de sondeo de ideas previas:

1. ¿Qué es para ti la polinización? Explícalo con tus palabras
2. ¿Cómo interaccionan las abejas en el ecosistema?

Estas cuestiones fueron respondidas por los participantes como parte de esta tarea y como actividad previa antes de tener que evaluar distintos modelos materiales construidos para representar fenómenos relacionados con la biología y comportamiento de una colmena, así como la polinización. Anteriormente a la realización de la tarea destacamos que los participantes no habían recibido ningún tipo de instrucción específica sobre la polinización y las abejas por lo que los datos obtenidos se pueden considerar como parte de sus ideas y conocimientos previos.

Análisis de datos

El análisis de datos se centra en las respuestas escritas individuales, cuyo contenido se examina de acuerdo al esquema propuesto por Golick, Dauer, Lynch e Ingram (2017), que establece tres niveles de sofisticación en base al uso de conocimientos clave (bajo, medio y alto) a la hora de analizar contenidos relativos a los sistemas de polinización. En la tabla 1 se muestra una caracterización de los tres niveles para cada pregunta a analizar. El proceso de codificación en base a esta rúbrica supuso la revisión sucesiva y conjunta de las respuestas por ambos autores para establecer los niveles, y una codificación agrupación final de las categorías obtenidas que también se realizó de manera conjunta por parte de los dos autores.

Tabla 1. Rúbrica de análisis para las dos preguntas de investigación. (tomado de Golick et al., 2017)

	NIVEL BAJO	NIVEL INTERMEDIO	NIVEL ALTO
P1 Polinización	Menciona: - El papel de las abejas y/u otros insectos polinizadores.	Menciona: - El papel de las abejas y/o otros insectos polinizadores. - El transporte del polen por medios bióticos o abióticos.	Menciona: - El papel de las abejas y/u otros insectos polinizadores. - El transporte del polen por medios bióticos o abióticos - La fecundación de las plantas.
P2 Interacciones	- No menciona ningún tipo de interacción.	- Menciona de manera adecuada las interacciones con las plantas pero no con otros organismos del ecosistema	- Menciona de manera adecuada las relaciones con las plantas y otros organismos del ecosistema.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras aplicar la rúbrica anterior han sido resumidos en la tabla 2. Se incluyen además ejemplos de respuestas de los participantes para cada una de las categorías que fueron identificadas durante el análisis.

Tabla 2. Resumen de los resultados a las Preguntas 1 y 2.

	NIVEL BAJO	NIVEL INTERMEDIO	NIVEL AVANZADO
Total P1	N=54	N= 72	N=11
	A110: *"Es el proceso de germinación de las flores mediante el polen"*	A5: *"La polinización es el proceso mediante el cual las abejas llevan el polen de flor en flor".*	A25: *"Se produce cuando las abejas llevan el polen que cogen en una flor y lo llevan pegado a ellas a otra flor. Esta flor al tener el polen de otra se puede reproducir. Este fenómeno puede darse también por el aire que transporte el polen de una planta a otra".*
Total P2	N= 15	N=114	N=8
	A31: *"Juegan un papel muy importante en la fotosíntesis"*	A36: *"Producen miel y ayudan a la reproducción de las plantas".*	A102: *"Ayudan a que las plantas se reproduzcan, sirven de alimento a otros animales…"*

Como se muestra en la tabla 2, la mayoría de las respuestas de los participantes se sitúan en un nivel intermedio de sofisticación, siendo más elaboradas las relativas a las interacciones de las abejas en el ecosistema frente a las de polinización.

Los participantes parecen tener una visión de las abejas y de su papel en los ecosistemas sesgada hacia la labor polinizadora, en lugar de como organismos que forman parte de las cadenas tróficas, que sirven de alimento de otros animales, y que compiten con otras especies por recursos. Un ejemplo de respuesta es: "*Las abejas interaccionan ayudando a la polinización*" (A44)

También encontramos que la mayoría (N=114) muestra una visión funcional y estática sobre estos organismos, más que como elementos dinámicos en constante interacción con el medio en busca del equilibrio. Es el caso de este alumno: "*Producen miel y ayudan a la reproducción de las plantas"* (A36). Otro resultado a destacar es que parte de los estudiantes (45 de 137) identifican la producción de miel cómo una interacción en el ecosistema, confundiendo el aprovechamiento que hacemos los humanos de este alimento con un servicio que las abejas proporcionan de manera desinteresada. Esto puede apreciarse en la respuesta anterior A36.

Respecto a la polinización, la mayoría de las respuestas se sitúan en un nivel intermedio, y entienden este proceso como un "tránsito del polen". No relacionan la polinización con la fecundación de las plantas y por lo tanto, con la reproducción. Es el caso del alumno A58, que responde así: *"Es el proceso de transporte de polen por las abejas" (A58).*

Conclusiones y líneas futuras

Los resultados muestran que la mayoría de los maestros de primaria en formación inicial que participan en este estudio entienden la polinización como un acto intencional de transporte más que como un proceso de fecundación; lo que es coherente con investigaciones previas al respecto en otros niveles (Hershey 2004; Bebbington 2005; Mak, Yip y Chung, 1999). Además, confunden la "dispersión del polen" con la "polinización", al igual que los estudiantes de 5º de primaria que participan en el estudio de Lampert, Scheuch, Pany, Müllner y Kiehn, (2019). Esta simplificación del proceso pone en evidencia la necesidad de abordar la polinización desde un enfoque global que permita identificar las complejas interacciones que se establecen entre componentes bióticos y abióticos, así como el papel de la polinización en la perpetuación de las especies vegetales y el equilibrio de los ecosistemas.

Las abejas son insectos que causan interés y resultan idóneos para el aprendizaje de la polinización; sin embargo, los participantes muestran una visión instrumental acerca de las interacciones de estos organismos en el ecosistema.

Este trabajo se enmarca en una investigación más amplia sobre la enseñanza y aprendizaje de la polinización (Gómez, Puig y Jiménez-Aleixandre, 2018), que involucra a este grupo de docentes en la observación directa de ejemplares de plantas e insectos polinizadores. Cabe seguir investigando en qué medida la práctica de observar favorece la mejora de los conocimientos sobre las relaciones de polinización entre plantas e insectos. Los resultados que se presentan en esta propuesta constituyen los primeros pasos cuyo desarrollo pretende presentarse en el congreso.

AGRADECIMIENTOS

En blanco para revisión

REFERENCIAS

Barrow, L. (2002). What Do Elementary Students Know About Insects? *Journal of Elementary Science Education*, 14(2), 53-60.

Baranzelli, M., Boero, M., Córdoba, S., Ferreiro, G., Maubecin, C., Paiaro, V., Renny, M., Rocamundi, N., o Sazatornil, F., Pivatto, M., y Soteras, F. (2018) Socios por naturaleza: una propuesta didáctica para comprender la importancia de la interacción mutualista entre las flores y sus polinizadores. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 181-200. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2239

Bebbington, A. (2005). The ability of A-level students to name plants. *Journal of Biological Education*, 39, 63-67. doi:10.1080/00219266.2005.9655963

Cho, Y., y Lee, D. (2017). "Love honey, hate honey bees": reviving biophilia of elementary school students through environmental education program. *Environmental Education Research*, 24(3), 445–460. DOI:10.1080/13504622.2017.1279277

Cinici, A. (2013). From caterpillar to butterfly: a window for looking into students' ideas about life cycle and life forms of insects. Journal of Biological Education, 47(2), 84–95. DOI:10.1080/00219266.2013.773361

Evagorou, M., y Mauriz, B. P. (2017). Engaging elementary school pre-service teachers in modeling a socio-scientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 113-123.

Golick, D., Dauer, J., Lynch, L., y Ingram, E. (2017). A framework for pollination systems thinking and conservation. *Environmental Education Research*, 24(8), 1143-1158. DOI: 10.1080/13504622.2017.1349878

Gómez, B., Puig, B. (en prensa) Primary pre-service teachers' emotions and interest towards insects: An explorative case study. *Journal of Biological Education*.

Gómez, B., Puig, B., y Jiménez-Aleixandre, M. (2018) La pérdida de polinizadores: una propuesta de diseño didáctico para maestros de primaria en formación. En S. García y C. Losada (coordinación). *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Congreso llevado a cabo en A Coruña, España.

Hershey, D. R. (2004). Avoid misconceptions when teaching about plants. http://www.actionbioscience.org/education/hershey.html

Kurt, H., Ekici, G., Aksu, O. y Aktaş, M. (2013). Determining Cognitive Structures and Alternative Conceptions on the Concept of Reproduction (The Case of Pre-Service Biology Teachers). *Creative Education*, 4(9), 572-587, DOI:10.4236/ce.2013.49083.

Lampert, P., Scheuch, M., Pany, P., Müllner, B., y Kiehn, M. (2019). Understanding students' conceptions of plant reproduction to better teach plant biology in schools. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 1, 248– 260. DOI:10.1002/ppp3.52

Mak, S., Yip, D., y Chung, C. (1999). Alternative Conceptions in Biology-Related Topics of Integrated Science Teachers and Implications for Teacher Education. *Journal of Science Education and Technology*, 8(2), 161-170.

Pearson, G., Kerri, M. y Wyatt W. (2007). "Rearing the masses: defining competencies for entomological literacy." American Entomologist, 53(4), 216–223. DOI: https://doi.org/10.1093/ae/53.4.216

Shepardson, D. (2002). Bugs, butterflies, and spiders: Children's understandings about insects. International Journal of Science Education, 24(6), 627–643. doi:10.1080/09500690110074765

CO.04 Estudio de relaciones entre las creencias de futuros docentes sobre la evaluación del aprendizaje en ciencias

Francisco J. Poyato López[1], Alfonso Pontes Pedrajas[2] y José Mª. Oliva Martínez[3]

[1]Departamento de Educación, Universidad de Córdoba (fpoyato@uco.es); [2]Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba (apontes@uco.es); [3]Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz (josemaria.oliva@uca.es)

RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados de un estudio empírico sobre las creencias de futuros docentes de enseñanza secundaria respecto a la evaluación del aprendizaje de las ciencias, registradas mediante un cuestionario de escala Likert. En la experiencia han participado 188 estudiantes del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria, de las especialidades de ciencia y tecnología. En primer lugar, se han clasificado las diversas creencias por su relación con diferentes modelos didácticos y se ha realizado un estudio descriptivo para conocer cuáles son las creencias más extendidas entre tales estudiantes. Posteriormente se ha desarrollado un análisis de las relaciones internas entre las mismas, observando que existe un amplio grupo de alumnos del máster FPES que expresan posiciones cercanas, tanto a un modelo de evaluación más innovador, como a un modelo más tradicional, y que tales ideas forman esquemas relativamente compactos y suficientemente cohesionados.

Palabras clave: Educación secundaria; Formación inicial del profesorado; Creencias de futuros docentes; Aprendizaje de las ciencias; Modelos didácticos.

INTRODUCCIÓN

La investigación en Didáctica de las Ciencias ha puesto de manifiesto el importante papel que desempeñan las concepciones y creencias de los estudiantes en los procesos educativos, hecho que también influye en la formación inicial docente (Mellado, Blanco y Ruiz, 1999). Por ello es necesario aprovechar el marco que ofrece el Máster de Enseñanza Secundaria (MAES) para realizar investigaciones sobre el pensamiento inicial docente, que ayuden a diseñar estrategias didácticas orientadas a favorecer la progresión de los modelos de pensamiento docente (Solís, Martín, Rivero y Porlán, 2013). En esta línea de investigación, estamos desarrollando, desde hace tiempo, un proyecto de trabajo relacionado con el estudio de las concepciones y creencias del alumnado del MAES sobre los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. En trabajos previos hemos analizado las creencias de los futuros docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje (Pontes, Poyato y Oliva, 2016; Pontes, Poyato y Oliva 2018). En el presente estudio nos centramos en el estudio de sus creencias sobre la evaluación del aprendizaje de las ciencias.

FUNDAMENTO Y ANTECEDENTES

El enfoque constructivista, supone el fundamento para llevar a cabo innovaciones en los procesos de formación inicial basados en el estudio del pensamiento docente (Mosquera y Furió, 2008). Las investigaciones sobre esta temática, se han llevado a cabo con relación a diferentes niveles y participantes. Inicialmente se han realizado de forma mayoritaria en el ámbito de la didáctica de las ciencias o las matemáticas (Porlán, Rivero y Martín, 1997). Asimismo, se han utilizado diferentes tipos de instrumentos, tales como cuestionarios de respuesta abierta (Fuentes, García y Martínez., 2009) o cuestionarios cerrados, basados en escalas de tipo Likert (Martínez-Aznar, Martín, Rodrigo, Varela, Fernández y Guerrero, 2001). En otros casos se han usado cuestionarios integrados por cuestiones abiertas y semiabiertas, o cuestiones cerradas combinadas con entrevistas (Martínez y González, 2014). Las temáticas de estudio en estas investigaciones han sido igualmente diversas. En unos casos se ha indagado en las concepciones sobre el pensamiento curricular o el conocimiento profesional (Meirink, Meijer, Verloop, y Bergen, 2009). En otras, se han referido al estudio de las ideas sobre la naturaleza de la ciencia, el contexto de la educación o la formación docente y las expectativas de los futuros docentes (Solís et al., 2013).

La investigación que presentamos en este trabajo, se refiere al estudio de las creencias sobre la evaluación y sus relaciones internas, aplicando un enfoque metodológico similar al de un estudio previo sobre las creencias del profesorado acerca de la enseñanza de las ciencias (Pontes y Poyato, 2017). Creemos que este tipo de investigaciones pueden ser relevantes, entre otros motivos, por no existir un número demasiado elevado de las mismas y porque el análisis de las creencias sobre la evaluación del profesorado en formación resulta de interés por las repercusiones que tiene para su alumnado.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Contexto y fines del estudio

Los datos de este estudio se han recogido en el marco de un proyecto de innovación e investigación docente, desarrollado durante varios años sucesivos en el MaES de la Universidad de Córdoba. En la segunda etapa de este proyecto, en la que se inserta este estudio, hemos tratado de avanzar en el análisis del pensamiento docente del alumnado del MAES sobre los procesos educativos, en el ámbito de la formación científico-técnica, utilizando nuevos instrumentos y técnicas de investigación que permitan realizar un estudio de carácter cuantitativo más profundo sobre esta temática. Los objetivos específicos de este nuevo estudio son los siguientes:

- Explorar las creencias de los estudiantes del MAES sobre la evaluación del aprendizaje de la ciencia, analizando su extensión y su relación con diferentes modelos didácticos durante el proceso de formación inicial docente.
- Analizar las relaciones internas entre tales ideas e indagar si las creencias de los futuros profesores sobre este tema constituyen esquemas coherentes de pensamiento docente.

PARTICIPANTES

En esta investigación han participado, durante tres cursos académicos, 188 alumnos y alumnas del MAES de la Universidad de Córdoba, de diversas especialidades del área de ciencias experimentales y de la salud y del área de tecnología e informática, con una edad media de 26,6 años para todo el conjunto. La recogida de datos se ha realizado todos los años al inicio de la materia "Aprendizaje y Enseñanza de Materias de la Especialidad" (AEME).

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Para conocer cuáles son las creencias más extendidas de los futuros docentes sobre la evaluación se ha utilizado la cuarta sección del "Cuestionario de interés por la docencia e ideas sobre la educación científica" (CIDIEC, formado por 87 variables), cuya respuesta al enunciado de cada ítem puede tomar cuatro valores diferentes (mucho, bastante, poco y nada). En tal sección se incluyen 22 ítems (código EVi). Las características del diseño y aplicación del instrumento se mostraron en un trabajo anterior (Pontes et al. 2017).

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recogidos se han codificado como datos numéricos de una escala ordinal (de 1 a 4) y, con ayuda del paquete informático SPSS V.20, se han aplicado los tratamientos estadísticos que se indican a continuación: Análisis de frecuencias y de valores medios; Alfa de Crombach; pruebas de Mann-Witney y Kolmogorov-Smirnov; estudios de correlación y tablas de contingencia; análisis de conglomerados y escalamiento multidimensional.

RESULTADOS

En primer lugar, se analizan las creencias sobre la evaluación y después se estudian las relaciones entre ellas y los modelos didácticos subyacentes en el pensamiento inicial docente de los participantes.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis de frecuencias relativas correspondientes a cada categoría de respuesta.

Tabla 1. Resultados derivados del análisis de frecuencias relativas

ÍTEMS	MD	Porcentajes (%)				ÍTEMS	MD	Porcentajes (%)			
		N1	N2	N3	N4			N1	N2	N3	N4
EV1	I	3.2	11.7	42.6	42.6	EV12	C	2.7	6.9	30.9	59.6
EV2	T	18.1	48.9	27.1	5.9	EV13	C	6.4	14.4	45.2	34.0
EV3	C	4.3	12.8	44.1	38.8	EV14	C	2.7	7.4	38.8	51.1
EV4	T	9	42	39.9	9	EV15	I	2.7	10.6	44.1	42.6
EV5	C	3.2	6.9	27.1	62.8	EV16	T	19.7	48.4	26.1	5.9
EV6	T	36.7	31.4	21.8	10.1	EV17	C	3.2	14.7	43.6	38.8
EV7	I	5.3	20.2	38.3	36.2	EV18	T	8.5	43.1	39.4	9.0
EV8	T	12.2	18.6	27.1	42.0	EV19	C	4.3	5.9	29.3	60.6
EV9	I	6.9	27.1	51.6	14.4	EV20	T	34	33.5	22.3	10.1
EV9	I	6.9	27.1	51.6	14.4	EV21	I	5.3	17.6	43.1	34.0
EV10	C	3.2	11.2	46.8	38.8	EV22	T	13.8	18.1	28.7	39.4
EV11	I	3.7	8	26.1	62.2						

En la citada tabla se incluye una columna en la que se relaciona cada uno de los ítems con un modelo didáctico (constructivista, tradicional e intermedio), y que han sido establecidas por investigadores expertos durante la validación externa del cuestionario. En general, se puede decir que las ideas relacionadas con el enfoque constructivista tienen una mayor aceptación que las ideas relacionadas con el enfoque tradicional

ANÁLISIS DE LAS RELACIONES INTERNAS ENTRE CREENCIAS

Para simplificar el estudio de relaciones hemos optado por aplicar técnicas de escalamiento multidimensional y análisis de clúster.

Análisis de conglomerados

Comenzamos realizando un análisis de clúster, obteniendo el dendrograma mostrado en la Figura 1. En primer lugar, observamos que en la parte superior del mismo existe un conglomerado de seis variables correspondientes a un conjunto de ítems (*Ev4*, *Ev18*, *Ev2*, *Ev16*, *Ev6 y Ev20*), que los expertos han identificado mayoritariamente como ideas próximas a un enfoque tradicional sobre la evaluación del aprendizaje de las ciencias (MDT). Estas seis variables están conectadas por la parte inferior a otras dos variables (*Ev8 y Ev22*), también ligadas a ideas del tipo MDT, que forman parte de un clúster intermedio o de transición.

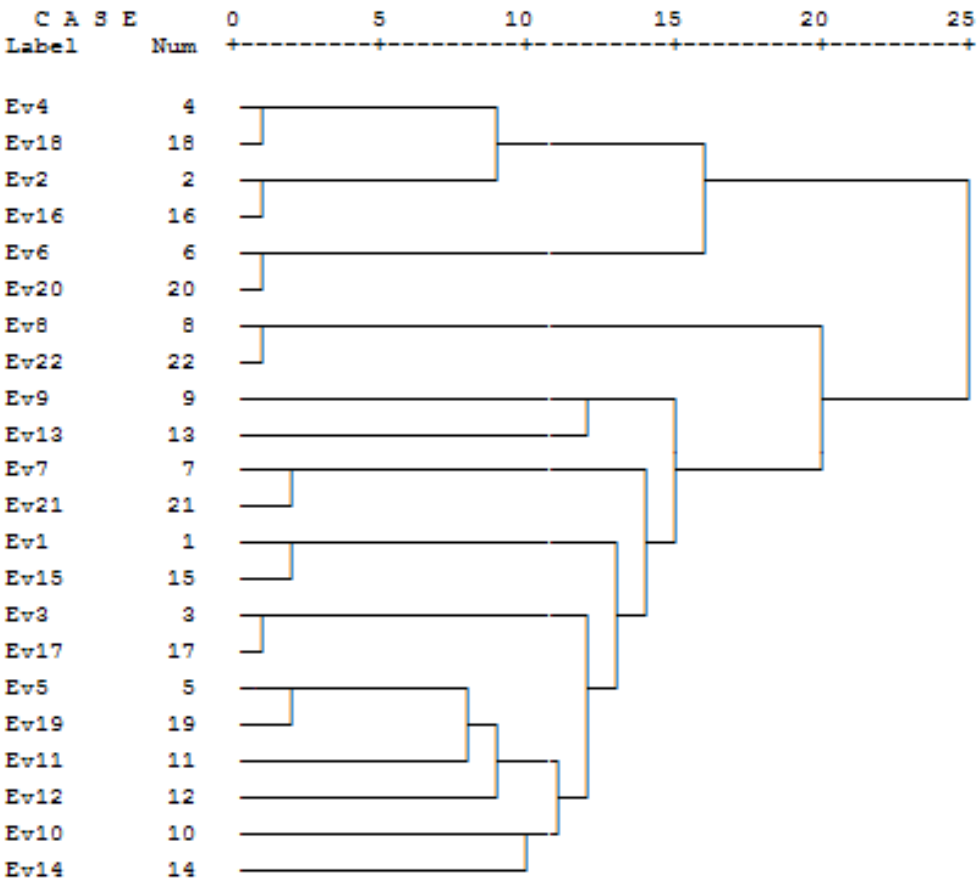


Figura 1. Resultados del análisis de conglomerados

En la zona inferior del dendrograma se observa la formación de un conglomerado bastante amplio que agrupa al resto de variables. Dentro de él, existe un sub-conglomerado integrado por ocho variables (*Ev3*, *Ev17*, *Ev5*, *Ev19*, *Ev11*, *Ev12*, *Ev10 y Ev14*), que los expertos han identificado mayoritariamente como ideas próximas a un enfoque innovador o constructivista sobre la evaluación (MDC). Esta agrupación queda separada del clúster superior mediante un conjunto de variables (*Ev9*, *Ev13*, *Ev7*, *Ev21*, *Ev1 y Ev15*) que los expertos han identificado mayoritariamente como ideas de carácter ambivalente o dual sobre la evaluación y que podrán formar parte de un modelo didáctico intermedio (MDI), excepto la variable *Ev13* relacionada anteriormente con una creencia de carácter innovador sobre la evaluación.

Escalamiento multidimensional

En el diagrama bidimensional obtenido tras el análisis de los datos, apreciamos que resulta difícil interpretar el significado de la posición que ocupan las diversas variables en la dimensión 2 (dirección vertical), entre otras cosas porque la mayoría de variables se ubican en la parte central y superior. Nos parece, sin embargo, posible interpretar la posición de las diversas variables de esta sección en la dimensión 1 (dirección horizontal), porque si avanzamos de izquierda a derecha se observa un tránsito desde ideas sobre la evaluación de carácter tradicional (MDT), hasta llegar a otras hasta otras propias del enfoque innovador o constructivista (MDC), pasando por otras de un modelo didáctico intermedio (MDI).

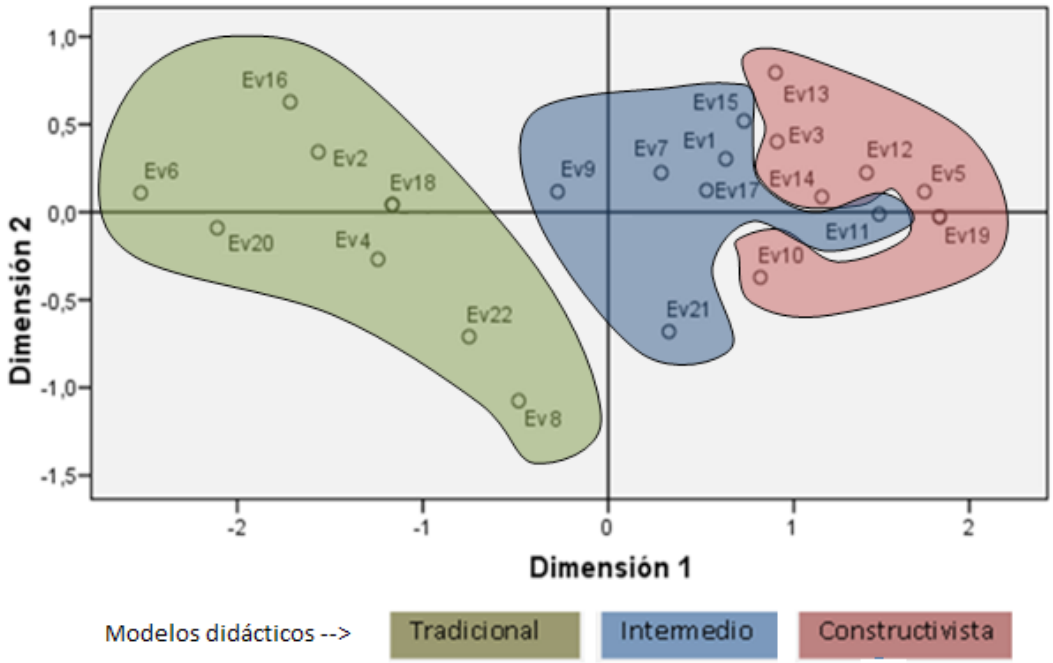


Figura 2. Diagrama de escalamiento multidimensional

Estudio de correlación

A partir de los análisis anteriores podríamos pensar que existen dos bloques de creencias sobre la evaluación del aprendizaje de las ciencias que aparecen claramente diferenciados entre sí. Se aprecia que tales bloques están separados por un conjunto de ideas que ocupan una posición intermedia.

Ahondando en lo que acabamos de comentar, y teniendo en cuenta los resultados anteriores, podemos destacar que los participantes en este estudio comparten un núcleo relativamente cohesionado de creencias sobre la evaluación de las ciencias. Tales ideas forman un esquema de pensamiento docente próximo al *enfoque innovador o constructivista* (MDC). Dichas creencias corresponden a ideas incluidas en el clúster inferior del dendrograma (Figura 1) y que, a la vez, se integran en el núcleo de variables ubicadas en la zona derecha del diagrama de escalamiento multidimensional (Figura 2).

Las ideas que cumplen estas características, coinciden mayoritariamente con el conjunto de creencias que, a juicio de los expertos, pueden integrarse en el enfoque MDC (*Ev3*, *Ev5*, *Ev10*, *Ev12*, *Ev14*, *Ev17 y En19)*, aunque hay que excluir la variable *Ev13*, que se ubica en la zona intermedia del dendrograma y del diagrama de escalamiento multidimensional. También creemos que está justificado incluir en el grupo MDC la variable *Ev11* (incluida inicialmente en grupo MDI) porque forma parte del sub-conglomerado inferior de la Figura 1 y está situada en la zona derecha de la Figura 2 junto al bloque de variables MDC.

Podemos apreciar que este conjunto de ideas está bastante extendido entre los participantes, según se indicó en el análisis descriptivo anterior, porque tras la agrupación de frecuencias obtienen porcentajes favorables superiores al 82 % en todos los casos. Creemos que tales ideas forman un esquema relativamente compacto y suficientemente cohesionado, porque así lo confirman los resultados derivados del análisis de correlación interna recogidos en la Tabla 2, donde se incluyen los valores de los coeficientes de correlación "Tau-b de Kendall" entre tales variables y el coeficiente Alfa de Crombach (0,721) de la subescala que refleja un grado moderado de fiabilidad.

Tabla 2. Correlación entre variables tipo MDC

	Ev5	Ev10	Ev11	Ev12	Ev14	Ev17	Ev19
Ev3	,190(**)	,036	,182(**)	,132(*)	,078	,905(**)	,213(**)
Ev5		,161(*)	,247(**)	,141(*)	,163(*)	,193(**)	,796(**)
Ev10			,295(**)	,200(**)	,268(**)	.033	,204(**)
Ev11				,265(**)	,132(*)	,181(**)	,349(**)
Ev12					,202(**)	,146(*)	,209(**)
Ev14						,064	,160(*)
Ev17							,198(**)
Correlación bilateral significativa: (*) al nivel 0,05 ; (**) al nivel 0,01							
Alfa de Crombach de la subescala: 0,721							

Los resultados indican que la mayoría de estas ideas sobre la evaluación del aprendizaje de las ciencias están bastante relacionadas entre sí. Podríamos considerar, por tanto, que los participantes en este estudio que comparten tales creencias muestran esquemas de pensamiento docentes próximos al enfoque constructivista o innovador sobre la evaluación.

También hemos aplicado los mismos procedimientos anteriores al análisis de las creencias de los participantes sobre la evaluación, que están relacionadas con el *modelo didáctico tradicional* (MDT), las cuales están menos extendidas que las del tipo MDC Sin embargo, aunque están menos extendidas, los resultados del análisis de correlación, mostrados en la Tabla 3, indican que tales creencias constituyen un conjunto de ideas relativamente coherente y compacto, porque la mayoría de los coeficientes de correlación entre tales variables son significativos (71,4 %). Así mismo, al analizar la fiabilidad de esta sub-escala se obtiene un valor moderadamente alto del coeficiente Alfa de Crombach (0,766), pese a tratarse de un número pequeño de variables agrupadas. Estos hechos indican que las ideas sobre la evaluación del aprendizaje de las ciencias del tipo MDT están bastante relacionadas entre sí. Por ello podemos considerar que los participantes que comparten tales creencias parecen usar esquemas de pensamiento docente próximos al enfoque tradicional.

Tabla 3. Correlación entre variables tipo MDT

	Ev4	Ev6	Ev8	Ev16	Ev18	Ev20	Ev22
Ev2	,372(**)	,108	,065	,950(**)	,358(**)	,132(*)	,059
Ev4		,138(*)	,132(*)	,367(**)	,959(**)	,129(*)	,170(**)
Ev6			,167(**)	,073	,124(*)	,954(**)	,195(**)
Ev8				,102	,127(*)	,177(**)	,962(**)
Ev16					,356(**)	,089(*)	,112(*)
Ev18						,106	,165(**)
Ev20							,215(**)
Correlación bilateral significativa: (*) al nivel 0,05 ; (**) al nivel 0,01							
Alfa de Crombach de la subescala: 0,766							

Anteriormente se habló de un "Modelo Didáctico Intermedio" (MDI) integrado por las creencias que podían incluir matices próximos al enfoque innovador o al tradicional. Los núcleos de ideas relacionadas con los en-

foques MDT y MDC quedan separados por un conjunto de variables situadas en la zona central (*Ev1*, *Ev7*, *Ev9*, *Ev15 y Ev21*) que podrían formar parte de un modelo didáctico intermedio (MDI). A este bloque podemos añadir también la variable *Ev13* (inicialmente incluida en el bloque MDC) porque, tanto en el dendrograma de la Figura 1 como en el diagrama bidimensional de la Figura 2, aparece en la zona intermedia y muy próxima a las cinco variables del bloque MDI.

Tras el estudio de correlación, y al igual que en los casos anteriores, se puede afirmar que este conjunto de ideas está bastante extendido. Sin embargo, los resultados del análisis de correlación que se muestran en la Tabla 4 indican que tales creencias no parecen formar un conjunto de ideas coherente y compacto, porque la mayoría de los coeficientes de correlación entre tales variables no son significativos e incluso hay correlaciones negativas. Por otra parte, al analizar la fiabilidad de este conjunto de variables se obtiene un valor bajo del coeficiente Alfa de Crombach (0,502) de modo que no podemos considerar que formen una sub-escala coherente. Por tanto, creemos que no se puede hablar de un modelo de pensamiento docente de tipo intermedio (MDI) sobre la evaluación.

Tabla 4. Correlación entre variables tipo MDI

	Ev7	*Ev9*	*Ev13*	*Ev15*	*Ev21*
Ev1	,032	-,006	-,318(**)	,875(**)	,006
Ev7		,062	,108	,046	,912(**)
Ev9			,232(**)	,038	,076
Ev13				-,272(**)	,131(*)
Ev15					,045
Correlación bilateral significativa: (*) al nivel 0,05; (**) al nivel 0,01					
Alfa de Crombach de la subescala: 0,722					

CONCLUSIONES.

Del análisis de los datos obtenidos en el estudio descriptivo, podemos destacar que las creencias de los estudiantes del Máster FPES sobre la evaluación se pueden relacionar principalmente con dos enfoques educativos contrapuestos, de carácter tradicional o de carácter constructivista, y con otro enfoque intermedio o dual que se deriva de aquellas ideas en las que aparecen elementos de ambos. Un número mayor de ideas se relaciona con el enfoque innovador o centrado en el alumno, pensamos que en esta fase formativa los futuros docentes utilizan una especie de constructivismo idealizado para responder a diversas cuestiones, sin ser conscientes de la dificultad de trasladar este enfoque a la práctica educativa real (Mellado et al., 1999).

Respecto al análisis relacional, apreciamos que existe un amplio grupo de alumnos del máster FPES que expresan posiciones cercanas a un modelo de evaluación más innovador. Aun así, debemos poner atención al grupo de futuros docentes cuyas concepciones sobre la evaluación están relacionadas con visiones más tradicionales y con el hecho de que éstas se encuentren bien arraigadas. Esta postura puede deberse a que los fundamentos teóricos de las posturas más innovadoras no han sido integrados o a que aun habiendo entendido que existe un modelo de evaluación más innovador, no es compartido y por tanto no es tenido en cuenta (Pontes y Poyato, 2017). Estas conclusiones aportan datos que pueden ser tenidos en cuenta durante este periodo de formación inicial.

REFERENCIAS

Fuentes, M.J., García, S., y Martínez, C. (2009) ¿En qué medida cambian las ideas de los futuros docentes de Secundaria sobre qué y cómo enseñar, después de un proceso de formación? *Revista de Educación*, *349*, 269-294.

Martínez Aznar, M.M., Martín del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M.P., Fernández Lozano, M.P., y Guerrero Serón, A. (2001) ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, *19 (1)*, 67-87

Meirink, J., Meijer, P., Verloop, N. y Bergen, T. (2009). Understanding teacher learning in secondary education: the relations of teacher activities to changed beliefs about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, *25 (1)*, 89 – 100.

Mellado, V., Blanco, L. y Ruiz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de profesorado*. Badajoz: ICE de la Universidad de Extremadura.

Mosquera, J.C. y Furió, C. (2008). El cambio didáctico en profesores universitarios de química a través de un programa de actividades basado en la enseñanza por investigación orientada, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *22*, 115-154.

Pontes, A. Poyato F. y Oliva J. (2016). Creencias sobre el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes del máster de profesorado de enseñanza secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 30* (1), 137-163.

Pontes, A. y Poyato, F.J. (2017). Un modelo de representación del pensamiento inicial de los estudiantes del máster de profesorado de secundaria sobre la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, Vol.35 (Nº Extra)*, 2313-2320.

Pontes, A., Poyato, F.J. y Oliva, J.M. (2017). Creencias sobre los procesos educativos en la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria del área de ciencia y tecnología: Diseño y características de un cuestionario. *International Journal for 21st Century Education. 4*(1), 57-75.

Disponible en: http://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/ij21ce/issue/view/838

Pontes, A. Poyato F. y Oliva J. (2018). Estudio de las creencias sobre la enseñanza de las ciencias que presentan los estudiantes del máster de profesorado de enseñanza secundaria *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *17* (3), 581-601.

Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias 15 (2)*, 155-173.

Solís, E., Martín, R., Rivero, A. y Porlán, R. (2013). Expectativas y concepciones de los estudiantes del MAES en la especialidad de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *10 (Extra)*, 496-513.

CO.05 El modelo de ecosistema en maestros en formación inicial

Val-Rey, Carolina; Bugallo-Rodríguez, Ánxela y Martínez-Losada, Cristina

Departamento de Pedagoxía e Didáctica, Universidade da Coruña. carolina.val.rey@udc.es

RESUMEN:

Los modelos son un elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de múltiples conceptos científicos, así que el profesorado debe ser capaz de aplicar un modelo escolar adecuado. Este trabajo analiza los modelos iniciales presentes en los maestros en formación inicial. Se trata de una investigación cualitativa, que analiza las respuestas de 65 alumnos del Grado de Educación Primaria a un cuestionario de preguntas abiertas. Sus modelos iniciales no contemplan la dinámica y evolución del ecosistema, ni incluyen el ciclo de materia y el flujo de energía como proceso multidireccional. La mayoría de los futuros profesores presentan modelos estáticos, no cíclicos y no evolutivos. Para transformar la enseñanza sobre ecosistemas la formación docente deberá promover el cambio de los mismos.

Palabras clave: modelos, ecosistemas, maestros en formación inicial.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El ecosistema como elemento central de la naturaleza, permite comprender la realidad a través de un planteamiento más complejo, dinámico y relacionado, que nos va a ayudar a plantear tanto acciones individuales como sociales (Del Carmen, 2010). La Ciencia que estudia los ecosistemas, se denomina Ecología y es la encargada de estudiar todos los procesos de la naturaleza que condicionan la distribución de los organismos, sus interacciones y flujos (Bermúdez y de Longhi, 2008). Este conocimiento, no debe darse de forma aislada, sino en torno a un enfoque sistémico que se centre en los diferentes niveles de organización y relación como si fuesen una unidad, un sistema que se articula (García y Reategui, 2007).

Por el contrario, en las aulas suelen trabajarse contenidos estáticos, aislados y cerrados que se integran de forma aditiva y no interrelacionada (Cañal, 2003). Este planteamiento se ve reforzado por los libros de texto, que compartimentan y simplifican estos contenidos, alejándolos de la realidad (Romero, Rodríguez y de las Heras, 2013). Además, los textos no contemplan los ecosistemas cercanos como un recurso, sino que trabajan ecosistemas idealizados, estáticos y lejanos, como la sabana (Gavidia y Cristerna, 2000).

En coherencia con lo que representa en la Ciencia, el ecosistema debe trabajarse a partir de modelos, desarrollando propuestas flexibles, comprensivas y globalizadoras (Esteve y Jaén, 2013; Vilches y Gil, 2009) articuladas a través de actividades orientadas a su construcción (Justi, 2006). Para García (2005) la utilización de modelos es idónea en la Enseñanza de las Ciencias por cuatro razones: 1) Su objetivo es interpretar el mundo de forma teórica, 2) Permite definir qué modelo es mejor o más adecuado para explicar el funcionamiento de la realidad, 3) Facilita el uso de diferentes formas de pensamiento y 4) Su validez se basa en la significatividad o utilidad que tenga para el alumnado.

Entre las múltiples definiciones de modelo, utilizamos la de Lefkaditou, Korfiatis y Hovardas (2014) por considerarla la más adecuada a las finalidades educativas. Estos autores definen modelo como la reproducción simplificada de un fenómeno que puede usarse para predecir que va a suceder o simplemente para explicar dicho fenómeno.

Un modelo escolar de ecosistema debe contemplar el dinamismo y la evolución ecosistémicas, incluyendo las conexiones múltiples, el equilibrio dinámico o la escala a la que ocurren los procesos (Hogan, 2002), todo ello de una forma integrada. Esto implica la necesidad de realizar una transición desde el equilibrio estático al equilibrio dinámico, del ecosistema cerrado al ecosistema abierto, de la comunidad homogénea a la comunidad heterogénea, de un planteamiento unidireccional a un planteamiento cíclico, de la unicausalidad a la multicausalidad y del determinismo al azar en su evolución (Eilam, 2012; Pisanty, 2003; Terradas, 2001). Sin embargo, para formar profesores capaces de transmitir este conocimiento multicausal y abierto, ellos mismos deben poseer dicha comprensión de la naturaleza. Si el profesorado posee un conocimiento estático y parcelado, es imposible que transmita al alumnado una visión diferente.

Por ello, para conocer las necesidades formativas de los maestros en formación inicial, el presente trabajo tiene como objetivo central analizar el modelo de ecosistema que presenta el alumnado del 3º curso del Grado de Educación Primaria antes de trabajar esta temática en el aula.

METODOLOGÍA

Esta investigación se ha desarrollado durante el curso 2017-2018 en la Universidade da Coruña. La muestra son 65 alumnos del Grado de Educación Primaria que cursaban la materia de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza II en 3º curso.

Para la recogida de datos, se empleó un cuestionario de preguntas abiertas y no directivas, utilizando la referencia del medio próximo:

1. Imagina que saliste a pasear al Monte de la Zapateira que rodea el campus junto con tus compañeros, en una hora que todos teníais libre. Una vez allí, os paráis en el centro de una zona especialmente arbolada y tranquila, observando todo lo que hay a vuestro alrededor. Observa todo lo que compone dicho bosque y trata de identificar todos los componentes (vivos o inertes) que forman parte del monte. Haz una lista lo más completa posible.

2. A continuación define: a) todas las relaciones que crees que se pueden dar entre esos componentes, b) ¿para qué sirven las relaciones? Y c) ¿Qué consecuencias tienen para los seres vivos que las llevan a

cabo y para el medio natural que los rodea? Recuerda que debes intentar relacionar todos los componentes que identificaste.

3. Para finalizar, piensa que ese mismo bosque, dentro de 100 años puede ser recorrido por tus descendientes. Describe como piensas que será el bosque en ese momento, es decir, cuáles serán sus componentes argumentando por qué piensas que será así.

Para analizar las respuestas obtenidas, se ha elaborado un modelo escolar de ecosistema (Val-Rey, Bugallo-Rodríguez y Martínez-Losada, 2019) que servirá de referente para el análisis de los modelos del alumnado. Este modelo presenta cuatro dimensiones (Figura 1): la diversidad de las poblaciones reconocidas, la dinámica como proceso multidireccional con una configuración cíclica, las interacciones como proceso bidireccional biotopo-biocenosis y la transferencia o la variación dada en el espacio y el tiempo.

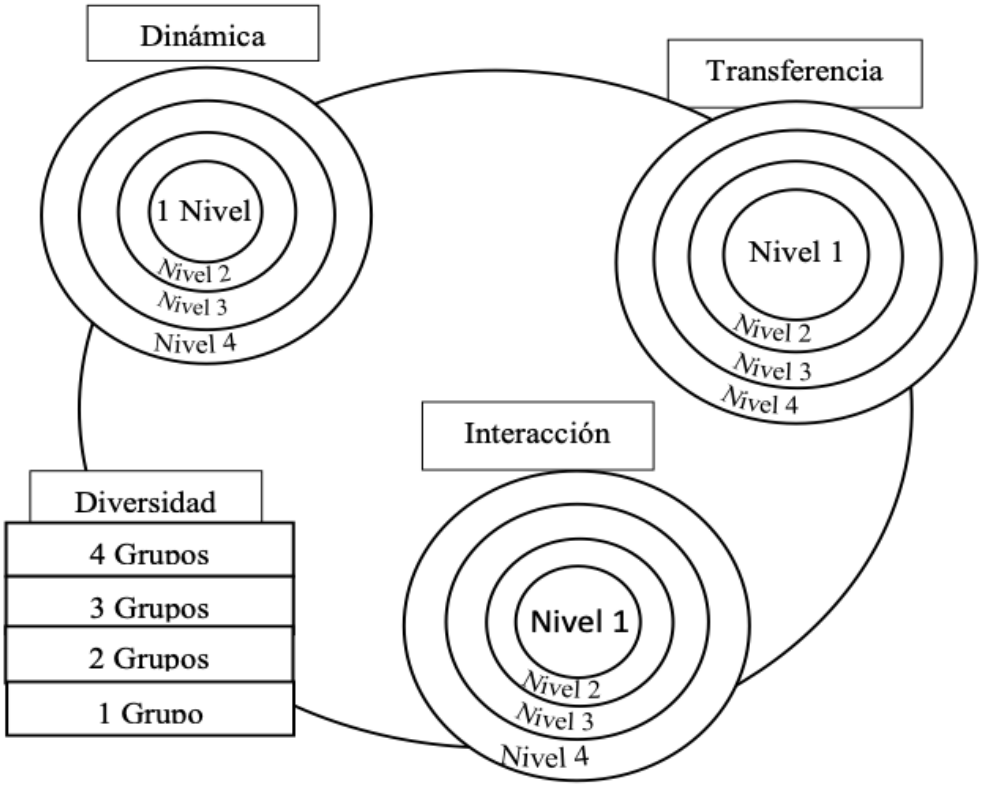


Figura 1. Modelo escolar de ecosistema

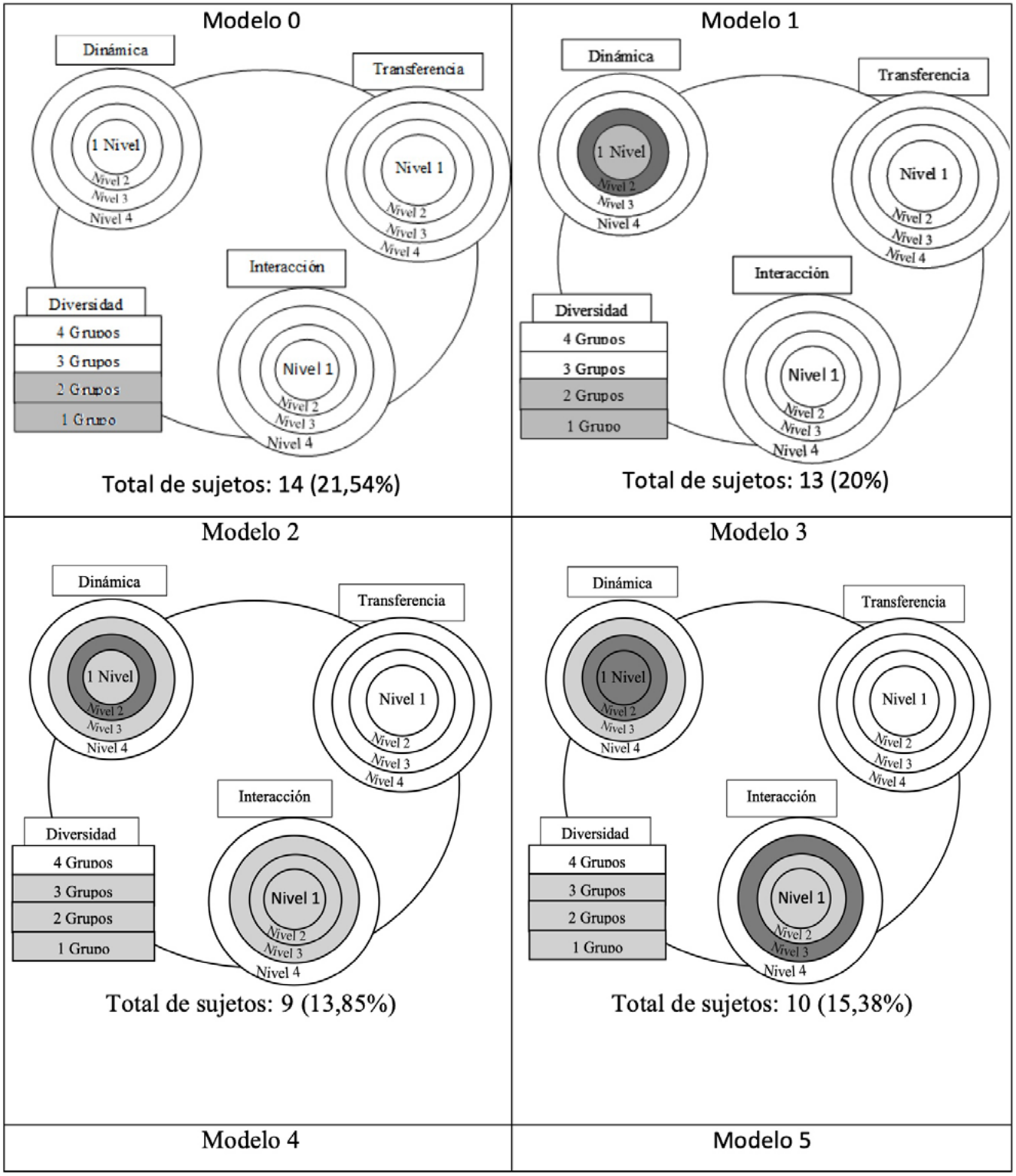
A continuación, se ha establecido un código de análisis para las diferentes dimensiones de modelo escolar de ecosistema, considerando distintos niveles de conocimiento, organizados según su creciente complejidad (Tabla 1).

Tabla 1. Niveles de desarrollo del modelo de ecosistema

DIMENSIONES	CÓDIGO	NIVELES
Diversidad en el ecosistema	Se analiza la variedad biológica que el estudiante considera dentro de la biocenosis: plantas, animales, hongos y bacterias.	Nivel 1. Reconoce 1 grupo.
		Nivel 2. Reconoce 2 grupos.
		Nivel 3. Reconoce 3 grupos.
		Nivel 4. Reconoce todos los grupos
Dinámica en el ecosistema	Se analiza el grado de comprensión del intercambio de materia y energía entre los diferentes niveles tróficos y con el medio.	Nivel 1: Es capaz de reconocer una única relación trófica (cadena lineal simple)
		Nivel 2: Es capaz de reconocer dos relaciones tróficas (cadena lineal compleja)
		Nivel 3: Es capaz de reconocer tres relaciones tróficas (cadena compleja no lineal)
		Nivel 4: Proceso multidireccional (redes) y cíclico (ciclo de materia y flujo de energía)
Interacción en el ecosistema	Se analiza el grado de comprensión de la interacción de los seres vivos y su medio.	Nivel 1: Reconoce la relación de los productores y el medio.
		Nivel 2: Reconoce la relación de los consumidores y/o descomponedores y el medio
		Nivel 3: Reconoce que los seres vivos modifican el medio
		Nivel 4: Variación Bidireccional: Biotopo (modificado)-Biocenosis (adaptación): es capaz de reconocer la interrelación de todos los elementos de una manera continua
Transferencia en el ecosistema	Se analiza si reconoce los cambios en los ecosistemas a lo largo del tiempo como es el caso de regresiones o sucesiones	Nivel 1. Individual: Es capaz de reconocer cambios a nivel individual.
		Nivel 2. Poblacional: Es capaz de extender las consecuencias de un cambio a toda una población
		Nivel 3. Biocenosis: Es capaz de comprender un cambio modificará la biocenosis en su conjunto
		Nivel 4. Ecosistema: Es capaz de comprender que un cambio modificará el ecosistema, ya que todos sus elementos están interrelacionados

RESULTADOS

El análisis de las respuestas de cada sujeto nos ha permitido identificar su nivel de adquisición respecto a cada una de las cuatro dimensiones consideradas, apreciándose diferentes modelos de ecosistema entre el alumnado (Figura 2).



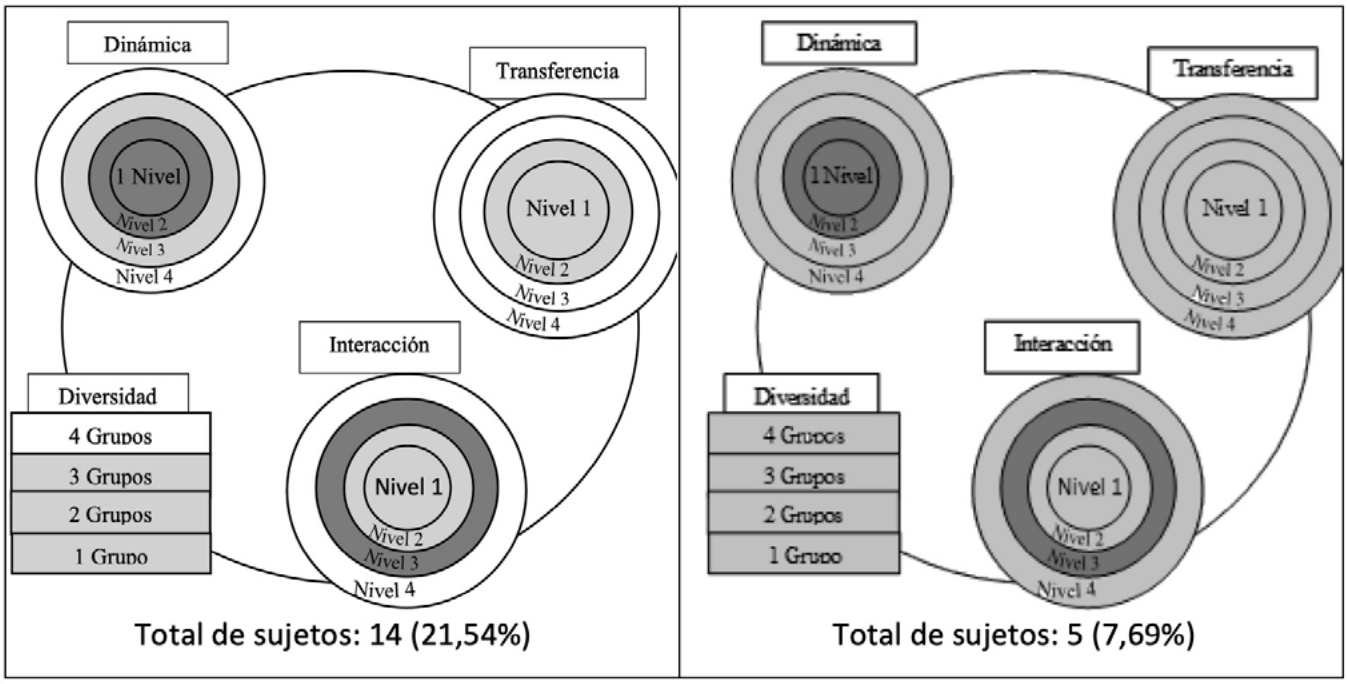


Figura 2. Diferentes modelos de ecosistema, según su grado de desarrollo

Cabe destacar que un 21,54% de los estudiantes presenta un modelo muy poco elaborado de ecosistema (Modelo 0). Este modelo se caracteriza por reconocer únicamente dos grupos de poblaciones (productores y consumidores). En este nivel el alumnado es incapaz de reconocer la interacción y la transferencia. Presentan también un conocimiento precario de la dinámica, que muchas veces no es reconocida, y cuando lo es, solo se caracteriza como la interacción de productores y consumidores primarios.

El Modelo 1 es también un modelo frecuente en aula, ya que caracteriza al 20% del alumnado. Su principal diferencia con el modelo anterior es la presencia y el reconocimiento de la función de los consumidores secundarios. Sin embargo, no se reconocen procesos como la fotosíntesis, ni se tienen en cuenta las modificaciones que se realizan en el medio. Asimismo, el Modelo 2, está presente en el 13,85% de la muestra. En este modelo se incorporan aspectos relevantes a la dimensión de interacción, ya que todos ellos reconocen que las plantas dependen de las condiciones del medio, al igual que los animales. Es común en este nivel que el alumnado atribuya la supervivencia de las plantas a la cantidad de agua y de sol. Sin embargo, no es hasta el Modelo 3 (15,38%) cuando el alumnado es capaz de reconocer la fotosíntesis como un proceso que afecta a la dinámica, ya que es el medio de nutrición vegetal, y también a la interacción, ya que hace que comprendan la relación planta-medio y también la modificación de este por parte de los seres vivos.

El Modelo 4, lo alcanza un 21,54% de los estudiantes. En este nivel son capaces de introducir una mayor complejidad en las dimensiones de dinámica e interacción, e incorporan el reconocimiento de la transferencia o los cambios dentro del ecosistema. Finalmente, el Modelo 5, que es el más cercano al modelo escolar ideal, lo alcanza únicamente el 7,69% de los individuos. Éstos, no solo son capaces de reconocer las sucesiones y regresiones dentro de los ecosistemas, sino que, en alguno de los casos, es capaz de llegar a una configuración cíclica de la dinámica (nivel 4) y a una configuración de continua interacción y adaptación del biotopo y la biocenosis, llegando al nivel máximo también en la interacción.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que la mayoría de los futuros profesores presentan modelos estáticos, no cíclicos y no evolutivos de ecosistema. En concreto dichos modelos:

- No contemplan la función e importancia de los diversos componentes del ecosistema, ni tampoco la interrelación multidireccional y cíclica existente entre ellos.
- Demuestran una visión parcial de la interacción de las poblaciones y el medio, restringida al reconocimiento de que el desarrollo de plantas y animales está condicionado por determinados factores del medio, sin tener en cuenta los correspondientes procesos de modificación del medio y de adaptación de los seres que lo habitan.
- Muy pocos incluyen la idea de transferencia, reconociendo sucesiones y regresiones dentro de los ecosistemas y, por tanto, su evolución a lo largo del tiempo.

Lo indicado supone un toque de atención sobre la necesidad de transformar la enseñanza sobre los ecosistemas, de forma que promueva el desarrollo de un modelo que permita construir la complejidad de las relaciones, así como su función global y su evolución. No se podrá llegar a un modelo dinámico y con capacidad de evolución de un ecosistema a través de un simple sumatorio de elementos aislados y descontextualizados. La formación del profesorado parece un lugar interesante para comenzar este cambio ya que serán los encargados de formar a numerosas generaciones posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

Bermúdez, G. y de Longhi, A.L. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *7*(2), 275-297

Cañal, P. (2003). ¿Qué investigar sobre los seres vivos? *Investigación en la Escuela*, 51, 27-38

Del Carmen (2010). El estudio de los ecosistemas. *Alambique*, *66*, 28-35

Eilam, B. (2012). System thinking and feeding relations: Learning with a live ecosystem model. *International Journal of the Learning Sciences*, (40)2, 213-239.

Esteve, P. y Jaén, M. (2013) Las lombrices, las abejas y las tiendas de tu barrio. *Aula de Innovación Educativa*, 218, 47-52.

García, J. y Reategui, R. (2007). La educación ambiental en la sociedad globalizada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 151-168

García, P. (2005). Los modelos como organizadores del curriculum de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 1–6.

Gavidia, V. y Cristerna, M.D. (2000). Dimensión medioambiental de la ecología en los libros de texto de la educación secundaria obligatoria española. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 14, 53-68.

Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.

Lefkaditou, A.; Korfiatis, K. y Hovardas, T. (2014): Contextualising the teaching and learning of ecology: Historical and Philosophical considerations. En M.R. Matthews, (ed.): *International Handbook of Research in*

History, Philosophy and Science Teaching. Volume I, 523-550. Dordrecht: Springer.

Pisanty, I. (2003). Integración de conceptos de ecología, manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en programas de conservación de ecosistemas. En O. Sánchez; E. Vega; E. Peters y M. Monroy-Vichis (Eds.). *Conservación de Ecosistemas de Montaña en México*. Méjico: Instituto Nacional de Ecología.

Romero, R., Rodríguez, F.P. y de las Heras, M.A. (2013). ¿Se trabaja por competencias el conocimiento del medio natural en primaria? Análisis del pensamiento del maestro y de los manuales escolares. *Investigación en la Escuela*, 81, 43-56.

Val-Rey, C.; Bugallo-Rodríguez, A. y Martínez-Losada, C. (2019). ¿Cómo evoluciona el modelo de ecosistema en el tránsito de Primaria a Secundaria? En M. Peralbo; A. Risso; A. Barca; B. Duarte; L. Almeida y J.C. Brenlla (eds.). *Actas del XV Congreso Galego-Portugués de Psicopedagoxía*, 4218-4229. Coruña: Universidade da Coruña

Vilches, A. y Gil, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria, a la que debemos y «podemos» hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario, 101-122.

CO.06 Modelización de la estructura y dinámica de los acuíferos

Nebot, M R. y Márquez, C.

Grupo LIEC. Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales. UAB.
mrnebot@gmail.com

RESUMEN

El trabajo compara las explicaciones de alumnado de 1º de la ESO de dos cursos consecutivos sobre la contaminación del agua de unos pozos, cercanos a un río. Se pide al alumnado que justifique si la contaminación podría provenir de una fábrica situada aguas arriba, indicando cómo podría llegar hasta los pozos, y como demostraría si la fábrica es el foco contaminante o no lo es. Se ha analizado si el alumnado incluye las aguas subterráneas en sus razonamientos, qué lugares explicita del movimiento del agua y en qué basa su justificación. Durante las actividades, el alumnado hace una práctica usando una maqueta, que permite visualizar la estructura y dinámica de un acuífero. Los resultados fueron mejores en el segundo estudio, tras cambios en el diseño de la secuencia didáctica y en la intervención de la profesora participante, realizados a partir de los resultados del primer estudio.

Palabras clave: modelización; prácticas; maqueta; acuífero; contaminación

INTRODUCCIÓN

El ciclo del agua está formado por un complejo entramado de almacenes, procesos y flujos, que se interrelacionan de manera dinámica en el marco tridimensional del sistema cuenca hidrológica. El agua es un recurso escaso en muchos lugares del mundo y conocer sus múltiples caminos y sus procesos interrelacionados, puede ayudar al alumnado a entender las implicaciones de su uso y contaminación. De esta manera se puede facilitar la toma de decisiones científicamente fundamentadas (Gilbert, 2010).

OBJETIVOS

El presente trabajo examina las respuestas de alumnado de 1º de la ESO, de dos cursos consecutivos, a cuestiones de un examen relacionadas con una situación-problema sobre contaminación del agua. Las preguntas de la investigación son:

1. ¿Cómo justifican los estudiantes la posibilidad de que la contaminación de unos pozos cercanos a un río pueda provenir de una fábrica situada río arriba?
2. ¿Qué acciones propone el alumnado para respaldar sus ideas sobre la posibilidad de que el foco de contaminación del agua de los pozos sea la fábrica?
3. ¿Qué cambios se detectan en los resultados del segundo estudio en relación a los del primero?

MARCO TEÓRICO

Está demostrado que el ciclo del agua presenta dificultades de comprensión, especialmente en relación a los procesos menos visibles, como la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas, y la estructura y dinámica de los acuíferos (González-García y Fernández-Ferrer, 2012).

Los problemas no sólo se deben a la imposibilidad de observarlas directamente, sino también a otros factores, como la representación inadecuada de los acuíferos en los diagramas, la falta de actividades para mejorar la visión espacial de los estudiantes o su escaso conocimiento de las propiedades de las rocas y del agua (Dickerson et al., 2006).

Los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias deben utilizarse en el diseño e implementación de las secuencias didácticas. Además, después de la instrucción, deben evaluarse las actividades y los resultados del alumnado, para revisar el diseño de la secuencia y aplicar los cambios que se consideren pertinentes. Los ciclos iterativos de diseño, implementación, análisis y rediseño, permiten relacionar la investigación con la práctica en el aula (Guisasola et al., 2017).

En el caso del ciclo del agua, desde la investigación, se han propuesto distintas aproximaciones para intentar paliar o disminuir las dificultades detectadas. Concretamente, para simular los procesos se plantea el trabajo con maquetas dinámicas (Calvo et al., 2007; Gilbert, 2010; Nebot, 2015), que permitan establecer un puente entre lo que los estudiantes observan (los fenómenos) y las ideas científicas involucradas (el modelo), pasando así de la manipulación a la conceptualización (Millar y Abrahams, 2009; Nebot y Márquez, 2019).

Basándonos en estas premisas, la actividad central de la secuencia didáctica es la construcción y uso de una maqueta dinámica tridimensional, que permite representar una cuenca hidrológica y observar procesos y almacenes del ciclo del agua, algunos de ellos ocultos en la naturaleza. Cuando alumnado y profesorado interactúan con la maqueta, hacen preguntas, desarrollan y usan modelos, analizan e interpretan datos, realizan explicaciones científicas y participan en discusiones, se involucran en prácticas científicas y se va creando un entramado que permite estructurar lo que se va aprendiendo. El ir y venir desde lo que se observa en la maqueta a sus referentes en la naturaleza, facilita la interpretación de los fenómenos observados (Nebot, 2015).

METODOLOGÍA

La investigación se centra en el análisis de explicaciones de alumnos de 1º de la ESO del Instituto Manuel Blancafort, de La Garriga, un municipio de la provincia de Barcelona. Se realizó en los cursos 2017/18 y 2018/19. Se analizó una pregunta sobre modelización de las aguas subterráneas, concretamente sobre la relación entre

las partes aéreas y subterráneas del ciclo, el flujo subterráneo y la contaminación del agua. En este trabajo se exponen y comparan los resultados del estudio del curso 2017/18 (Nebot y Márquez 2019) con los del curso 2018/19.

La secuencia de enseñanza aprendizaje empezó a impartirse en 2º de bachillerato (Nebot, 2015) y era más amplia. En 1º de la ESO las actividades se centraron en las aguas subterráneas y superficiales, y los procesos de condensación, evaporación y transpiración. Se eliminaron los apartados de intrusión marina y de acidificación del agua.

En el primer estudio se analizaron los exámenes de 85 estudiantes y las clases las impartieron una profesora que previamente había colaborado con la investigadora en el diseño e implementación de las actividades y una profesora novel, que se incorporó ese curso a la metodología. En el segundo, fueron 76 los estudiantes participantes, y solo impartió clases la profesora novel. La investigadora elaboró las preguntas del examen, que fueron revisadas y modificadas conjuntamente con las profesoras participantes. A partir de los resultados del primer estudio y de las observaciones de las profesoras, se incluyeron cambios en el material para el alumnado y en la intervención por parte del profesorado.

Los cambios para el alumnado incluyeron modificaciones en el guion de prácticas dirigidos a profundizar en la observación del movimiento del agua y la conexión entre el acuífero, el lago y el pozo, así como en los efectos de la explotación del pozo y de la contaminación. También se incluyó un documento final para facilitar el estudio y otro para la profesora, que incluía sugerencias para promover la verbalización de las observaciones del alumnado, el diálogo entre alumnado y profesora, y conseguir una mayor precisión de los dibujos elaborados en clase durante la puesta en común. Los documentos se revisaron con la profesora participante, antes de la implementación, al analizar conjuntamente los aspectos que se habían detectado problemáticos en los resultados del curso anterior.

La maqueta (Figura 1) permite visualizar, a través del plástico de la garrafa donde se construye, como el agua subterránea circula entre los agujeros interconectados de los materiales que se utilizan para simular el terreno (grava, arena y tierra vegetal). Se observa la infiltración, cuando se riega simulando la precipitación, la formación del nivel freático y de un lago, y la entrada del agua en un pozo (simulado con un tubo transparente). Después, se extrae agua del pozo con una jeringa, simulando la explotación del agua y se comprueba la relación entre el agua del pozo, del acuífero y del lago. El alumnado riega nuevamente y, cada grupo decide qué zona contaminar (con colorante alimentario), si la contaminación será puntual o difusa, y su concentración. Una vez observados los resultados, se comparten experiencias y se establece un diálogo sobre la explotación del agua y los efectos de la contaminación.

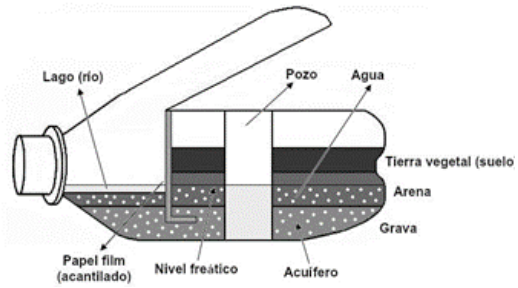


Figura 1. Maqueta completa, con agua

En la pregunta analizada se proporciona un dibujo, tipo bloque diagrama, en el que se muestra el curso de un río, una fábrica en la parte alta y un pueblo río abajo, en el mismo margen que la fábrica. También hay un espacio que delimita la parte subterránea de la cuenca. Se plantea un problema: en el pueblo hay unos pozos que se han contaminado y se dice al alumnado que se les ha contratado para demostrar si el origen de la con-

taminación se encuentra en la fábrica, como sospechan los habitantes, o no. Se incluyen dos apartados con las siguientes preguntas:

a. ¿Crees que es posible que la contaminación pueda provenir de la fábrica? ¿Por qué?

b. ¿Cómo podrías demostrar si la contaminación de los pozos proviene de la fábrica?

En el primer apartado se registró por dónde proponía el alumnado que podría llegar la contaminación desde la fábrica a los pozos (agua, aire o ambas) y los lugares por los que podría pasar (Tablas 1 y 2). En el segundo, se registró si los estudiantes se centraban en la contaminación o si decidieron probar la conexión entre las aguas (Tablas 3 y 4). Respecto a la contaminación, se separaron las propuestas de análisis y comparación de las aguas de la fábrica y de los pozos para ver si compartían la misma contaminación, las que proponían comparar el agua de otros lugares de la cuenca y las que tan sólo indicaban que debía comprobarse si había contaminación en alguna zona concreta. También se registraron respuestas que incluyeron la conexión a través del aire, o ideas en relación con cambios (imposibles) en la fábrica.

RESULTADOS

Primer apartado- ¿Cómo podría llegar la contaminación desde la fábrica hasta los pozos?

En el curso 2017/18 (Tabla 1), el 68,25% del alumnado indicó que la contaminación de la fábrica podría haber llegado a los pozos a través del agua. El 30,6% (27,1%+3,5%) dio una explicación completa del posible camino de la contaminación incluyendo las aguas subterráneas y el 15,3% no mencionó explícitamente el acuífero. El 16,45% del alumnado dio explicaciones plausibles de la contaminación por el aire, centrándose el 12,95% solo en la contaminación atmosférica y el 3,5 % en las dos. El 4,7% se basó en lo observado en la maqueta, para respaldar su afirmación, y el 18,8% no respondió o tenía errores en la explicación. (Nebot y Márquez, 2019).

Tabla 1. ¿Cómo podría llegar la contaminación desde la fábrica hasta los pozos? (2017/18)

<table>
<tr><th colspan="4">RESULTADO</th><th>Nº AL.</th><th colspan="2">%</th></tr>
<tr><td colspan="4">Por aire (completo): Fábrica/Humo/Nubes/Lluvia/Pozos</td><td>11</td><td colspan="2">12,95</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Por agua</td><td rowspan="3">Basándose en la “realidad”</td><td rowspan="2">Incompleto</td><td>Fábrica/Río</td><td>15</td><td>17,65</td><td rowspan="4">68,25</td></tr>
<tr><td>Fábrica/Río/Pozos</td><td>13</td><td>15,3</td></tr>
<tr><td>Completo</td><td>Fábrica/Río/Acuífero/Pozos</td><td>23</td><td>27,1</td></tr>
<tr><td colspan="3">Basándose en el modelo analógico (completo)</td><td>4</td><td>4,7</td></tr>
<tr><td colspan="4">Por agua y por aire, completo en los dos casos</td><td>3</td><td>3,5</td></tr>
<tr><td colspan="4">No responden o tienen errores</td><td>16</td><td colspan="2">18,8</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>85</td><td colspan="2">100</td></tr>
</table>

Tabla 2. ¿Cómo podría llegar la contaminación desde la fábrica hasta los pozos? (2018/19)

RESULTADO				Nº AL.	%	
Por agua	Basándose en la "realidad"	Incompleto Río/Flujo subterráneo Fábrica/Río/Acuífero Fábrica/Río/Pozos	Fábrica/río	3	3,9	90,8
			2	2,6		
			5	6,5		
			8	10,7		
		Completo	Fábrica/Río/Acuífero/Pozos	50	65,8	
	Basándose en el modelo analógico (completo)			1	1,3	
No responden o tienen errores				7	9,2	
				76	100	

En el curso 2018/19 (Tabla 2), el 90,8 % de los estudiantes dijo que la contaminación de la fábrica podría haber llegado a los pozos a través del agua. El 83% dio respuestas que reconocían la conexión entre la fábrica, el río y el acuífero y/ o los pozos, indicando la ruta completa el 65,8%. El resto obvió alguna de las etapas. En este curso no hubo explicaciones centradas en la contaminación del aire y solamente un alumno se basó en lo observado en la maqueta para justificar su idea.

Las explicaciones son más completas y diversas en el segundo estudio y el porcentaje de alumnado que expresó que la contaminación de la fábrica podría haber llegado a los pozos a través del agua es superior. Debemos destacar que el 65,8% indicó el camino completo en el segundo estudio, frente al 30,6% del primero. Además, el porcentaje de alumnado que no respondió o tenía errores disminuyó, pasando del 18,8% al 9,2%.

Segundo apartado-¿Cómo podrías demostrar si la contaminación de los pozos proviene de la fábrica?

En el curso 2017/18 (Tabla 3), un grupo muy reducido del alumnado, el 5,9%, indicó que se debía analizar y comparar las aguas del río y de los pozos para comprobar si la contaminación de los pozos coincidía con los vertidos de la fábrica y, de ese modo, probar si la fábrica era la fuente de la contaminación. El 11,8% dijo que se debían realizar comprobaciones, como por ejemplo comprobar si la fábrica contaminaba el río, sin expresar la necesidad de comparar para poder llegar a conclusiones.

El 30,5% pensó que, si se podía demostrar que la fábrica tenía una conexión con el río y éste con los pozos, quedaba probado que la fábrica era el foco de la contaminación. El alumnado respaldó sus ideas en lo que observó en la maqueta (18,8%), en un trabajo de campo (9,4%) o en el ciclo del agua (2,35%). El 30,5% del alumnado no respondió y el resto (21,17%) se centró en cambios (imposibles) en relación a la fábrica, como cambiarla de lugar o cerrarla durante unos meses, para ver si los pozos seguían contaminados al cabo de un tiempo.

Tabla 3. ¿Cómo podrías demostrar si la contaminación de los pozos proviene de la fábrica? (2017/18)

RESULTADO			Nº AL.	%	
Análisis y comparación del agua de la fábrica y los pozos			5	5,9	
Comprobaciones	Comprobar si la fábrica contamina el río		8	11,8	
	Comprobar si acuífero de la fábrica está contaminado		1		
	Comprobar si la fábrica emite residuos		1		
Demostrando que existe conexión entre el agua de los pozos y del río	Explicación basada en	Ciclo del agua	2	2,35	30,5
		Trabajo de campo	8	9,4	
		Actividad práctica (maqueta)	16	18,8	
Otras ideas (imposibles) centradas en la fábrica			18	21,17	
No responden			26	30,58	
Total			85	100	

Tabla 4. ¿Cómo podrías demostrar si la contaminación de los pozos proviene de la fábrica? (2018/19)

RESULTADO			Nº AL.	%	
Análisis y comparación del agua de la fábrica y los pozos			19	25	52,6
Otras comparaciones	Comparar muestras de los acuíferos de la fábrica y del pozo		4	27,6	
	Comparar muestras de distintas zonas de la cuenca		11		
	Comparar muestras de distintas zonas del río		3		
	Comparar muestras del río antes y después de la fábrica		2		
	Comparar muestras, sin especificar de donde		1		
Comprobaciones	Comprobar si el acuífero del pozo está contaminado		3	17,1	
	Comprobar si la fábrica contamina el río		8		
	Comprobar si la fábrica emite residuos		2		
Demostrando que existe conexión entre el agua de los pozos y del río. Explicación basada en: Actividad práctica (maq.)		Trabajo de campo	6	9,2	
		1			
Otras ideas (imposibles) centradas en la fábrica			1	1,3	
No responden			15	19,7	
Total			76	100	

En el segundo curso (Tabla 4), las ideas sugeridas para probar si la fábrica era la fuente de la contaminación, fueron más diversas. El grupo del alumnado que se centró en el análisis y comparación de las aguas del río y los pozos fue superior (25%). Además, se propusieron muchas comparaciones parciales para probar si la fá-

brica era la fuente de la contaminación (27,6%). Vemos que en esta ocasión un 52,6% del alumnado expresó que debía hacerse algún tipo de comparación para llegar a conclusiones y que sólo un 9,2% indicó que, si se podía demostrar que la fábrica tenía una conexión con el río y éste con los pozos, quedaba probado que la fábrica era el origen de la contaminación. La mayoría se basó en el trabajo de campo y sólo uno en lo observado en la maqueta.

Así, se detectan cambios significativos en la proporción de alumnado que hizo propuestas basadas en el análisis y comparación de las aguas respecto a los que sólo buscaron demostrar la posible conexión de las aguas. Igualmente, se registra una disminución en el alumnado que no respondió (19,7%) y sólo uno expresó una idea imposible, que fue cambiar la fábrica de emplazamiento.

CONCLUSIONES

Seguramente algunos de los desafíos relacionados con el estudio de las aguas subterráneas pueden superarse con el uso de la maqueta dinámica y tridimensional, que el alumnado construye y manipula, porque muestra partes que no se pueden visualizar en la naturaleza, y permite relacionar las observaciones con los modelos científicos. Pero la observación de fenómenos ocultos a la vista no es suficiente, ya que las explicaciones del alumnado sobre cómo podría llegar la contaminación desde la fábrica a los pozos mejoraron claramente en el segundo curso analizado. En ambos cursos el alumnado había realizado unas actividades parecidas, pero en el rediseño para el segundo se hizo un mayor hincapié en la observación de la estructura y dinámica de los acuíferos, tanto en el material para el alumnado como en la intervención por parte de la profesora.

Las explicaciones del segundo apartado también mejoraron en el segundo estudio. La cuenca hidrológica tiene muchas más variables que la maqueta, que el alumnado suele desconocer, como que podría haber materiales impermeables entre el río y las aguas del acuífero y/o del pozo. En el segundo curso se trabajó explícitamente la idea de que no siempre el río y el acuífero están comunicados y parece que esto llevó a una mayor parte del alumnado a comprender que, con demostrar que la fábrica contamina el río no es suficiente, sino que se debía analizar y comparar el agua del vertido de la fábrica con la de los pozos, para comprobar si la fábrica podía ser el foco de la contaminación.

Parece que el conocimiento más profundo de las características de las cuencas hidrológicas llevó a pensar en una metodología que permitiría llegar a una conclusión científicamente válida. De todos modos, los resultados muestran que se deben continuar refinando los materiales para facilitar que mayor parte del alumnado realice razonamientos que lleven a acciones que permitan confirmar o refutar hipótesis.

Las actividades diseñadas deben estimular el razonamiento y permitir a los estudiantes interpretar lo que observan y relacionar lo que sucede en el laboratorio con su referente en la naturaleza. El profesorado debe potenciar las ventajas y minimizar las limitaciones de los materiales que está implementando, siendo consciente de ellas.

AGRADECIMIENTOS

A Elena Gayán Rico y Roser Pratdesaba Moreno, las profesoras participantes.

A Rita Capella por el dibujo de la maqueta.

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia PGC2018-096581-B-C21).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calvo, M., Reyero, C., Vidal, M.P., Morcillo, J.G., i García, E. (2007). El trabajo con modelos en aguas subterráneas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *15*(3), 341-347.

Dickerson, D., Penick, J, & Dawkins, K.R. & Van Sickle, M. (2006). *Groundwater in Science Education. Journal of Science Teacher Education*, *18*, 45-61.

Gilbert, J.K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asian-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1). Recuperado de: https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/foreword.pdf.

González-García, F., i Fernández-Ferrer, G. (2012). Potencialidades y limitaciones de las analogías elaboradas por estudiantes de magisterio para representar las aguas subterráneas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *20*(3), 229-238.

Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J. y Gutiérrez_Berraondo, J. (2019). Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje de física introductoria. *UTE, Revista de Ciències de l'Educació*. Número monográfico, 109-122. Recuperado de: https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/2660/2635

Millar, R., y Abrahams, I. (2009). Practical work: Making it more effective. *School Science Review*, *91*(334), 45-50.

Nebot, M.R. (2015). La modelització d'una conca hidrogeològica a través d'activitats pràctiques (Tesis doctoral), UAB, Cerdanyola del Vallès. https://ddd.uab.cat/record/165239

Nebot, M.R. y Márquez, C. (2019). The water cycle: aquifers and underground water pollution modelling. *ESERA Conference 2019*. Bologna, Italia.

CO.07 Modelización en la formación de futuro profesorado de Infantil: el caso de la molécula de agua

Marta Cruz-Guzmán Alcalá[1], Antonio García Carmona[1], Ana María Criado García-Legaz[1]

[1] Facultad Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla

RESUMEN

Se presentan los resultados de una experiencia formativa sobre modelización científica con futuro profesorado de Infantil (FPEI). Participaron 47 FPEI y el objeto de estudio fue la molécula de agua y sus uniones intermoleculares. Los datos se tomaron con un cuestionario individual, aplicado como pretest y postest. Los resultados indican que los modelos elaborados, en general, mejoraron ya que los FPEI pasaron de casi desconocer la molécula de agua a referirse a (i) la relación de tamaños de los átomos implicados, (ii) el ángulo aproximado que se establece entre sus enlaces y (iii) identificar los enlaces intermoleculares. Se concluye la importancia de tratar contenidos de ciencia con cierto nivel de abstracción en la formación de FPEI porque les puede proveer los conocimientos suficientes y la confianza necesaria para abordar temas de ciencia escolar en infantil.

Palabras clave: Modelización; futuro profesorado de Educación Infantil; estructura molecular del agua.

INTRODUCCIÓN

La modelización es una práctica científica clave en el aprendizaje de las ciencias de cualquier nivel educativo (Gilbert, 2004; Oliva, 2019). Justi (2006) lo justifica argumentando que, con esta práctica, se favorece

que el alumnado aprenda ciencia, sobre ciencia y a hacer ciencia. Por ello, se recomienda que el alumnado se implique en actividades escolares dirigidas a la construcción de modelos, reflexionando sobre su finalidad (Erduran, 2001). Si bien, al igual que con otras prácticas científicas escolares, para promover la modelización a las aulas desde edades tempranas, el profesorado de los niveles educativos iniciales debería tener en su formación experiencias educativas sobre esta (Mosquera, Puig y Blanco, 2018). Con esto en mente, la finalidad de este trabajo es mostrar los primeros resultados de una experiencia formativa sobre modelización científica con futuro profesorado de Educación Infantil (en adelante, FPEI), en relación con la molécula de agua y sus uniones intermoleculares.

MARCO TEÓRICO

Modelos en ciencias

De acuerdo con Acevedo-Díaz, García-Carmona, Aragón-Méndez y Oliva-Martínez (2017), los modelos científicos se pueden definir como representaciones simplificadas de objetivos o referentes (objetos, fenómenos, procesos, ideas o sistemas) de la realidad física, para describir, explicar y predecir fenómenos, así como para comunicar ideas científicas. Por tanto, se puede decir que los modelos son *mediadores o intermediaros* entre la teoría y el mundo físico (*ibid.*).

Por otra parte, Oh y Oh (2011) destacan las siguientes características de los modelos científicos: (*i*) *multiplicidad* (pueden existir varios modelos para explicar un mismo fenómeno o sistema), (*ii*) *limitaciones* (el grado de precisión de un modelo es limitado) y (*iii*) *cambios* (durante el desarrollo del conocimiento científico los modelos pueden evolucionar y sufrir modificaciones).

Asimismo, Gilbert (2004) distingue los siguientes modos en la construcción de modelos: (a) *modo material o concreto* (representación con materiales en 3D); (b) *modo verbal* (descripción oral o escrita de los elementos del modelo y sus relaciones, de las metáforas o analogías en las que se basa, etc.); (c) *modo simbólico* (símbolos, fórmulas, ecuaciones, etc.); (d) *modo visual* (gráficas, diagramas, animaciones, etc.); y (e) *modo gestual* (uso del cuerpo o de alguna de sus partes para hacer la representación).

La práctica de modelización científica

De acuerdo con Halbwachs (1985), una de las finalidades básicas de la enseñanza de las ciencias debería ser que el alumnado adquiera la capacidad de construir modelos científicos; esto es, destrezas de *modelización*. Recientemente, Oliva (2019) ha sintetizado los distintos significados de "modelización" en la bibliografía sobre didáctica de las ciencias del siguiente modo: (*i*) como progresión de modelos; (*ii*) como práctica científica; (*iii*) como competencia; (*iv*) en su dimensión instrumental; y (*v*) como enfoque didáctico. Centrados en *la modelización como práctica científica*, uno de los planteamientos para su desempeño en el aula es mediante la *indagación basada en modelización* (Couso, 2014). El alumnado justificaría así sus hipótesis utilizando o elaborando modelos, poniéndolos a prueba, ya sea a través de experimentos reales, mentales o con simulaciones. Si las predicciones se cumplen, el modelo se asienta; en caso contrario, se vuelve a fases anteriores y se reelabora el modelo (Oliva, 2019).

En todo caso, determinar qué modelos son susceptibles de tratarse a nivel escolar no implica definir una única versión definitiva de estos, sino contemplar qué progresión de aprendizaje o evolución de los modelos escolares construidos es viable didácticamente en cada caso (Cañal, García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016). Además, dentro de los posibles grados de complejidad de modelos que el alumnado puede construir para un mismo fenómeno, Harlen (2010) sugiere dar prioridad a aquellos modelos asociados a las grandes ideas o ideas clave de la ciencia; entre las cuales se encuentra la referida a la composición y estructura de la materia.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Se planteó una investigación orientada a conocer los distintos niveles en los que los FPEI se encuentran cuando modelizan en el marco de una investigación escolar sobre el agua. En este trabajo, que forma parte de una investigación más extensa, se aborda el siguiente problema de investigación: ¿Cómo evolucionan los modelos de los FPEI sobre la molécula de agua y sus uniones intermoleculares, tras una experiencia educativa *ad hoc*?

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

El estudio se llevó a cabo en una asignatura optativa, denominada "Taller de Exploración del Entorno", correspondiente al último curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla. Participaron 47 FPEI (46 mujeres y 1 hombre, de 22 a 40 años y una media de edad de 24.7 años), en condiciones habituales de clase, que fueron seleccionados por su accesibilidad en el momento del estudio (muestra de conveniencia). En el proceso instructivo, los FPEI trabajaron en grupos de 2 o 3 miembros, conformándose así 19 grupos de trabajo. Si bien, los datos se recogieron de forma individual. Como caracterización general del perfil del grupo, cabe destacar que la gran mayoría de ellos tenía una baja predilección por la ciencia y su enseñanza, así como un bagaje académico relacionado con la ciencia bastante limitado, en general.

Contenido de ciencia escolar seleccionado. El agua en Educación Infantil.

La temática del agua es muy habitual en las programaciones curriculares de Educación Infantil (Ahi, 2017; Karlsson, 2017). Entre otros motivos, por la cotidianidad de la sustancia, el interés de los niños por las actividades acuáticas y por su manipulación, etc., así como por la cantidad de experiencias relacionadas con el agua apropiadas para este nivel educativo (Cabello, 2011). Asimismo, el curriculum de Infantil propone el agua como un contenido básico a tratar en la etapa (BOJA, 2008); por ejemplo, al referirse a "los fenómenos atmosféricos de la lluvia o la nieve, las características elementales y comportamientos de fenómenos naturales como las nubes, así como las relaciones entre las condiciones del medio natural y los modos de vida de las personas (lluvia-paraguas)". Todo ello demanda —como se ha avanzado— que los FPEI adquieran una formación científica básica en relación con el agua, que les ayude a hacer las adaptaciones y propuestas didácticas más apropiadas para iniciar a los escolares de Infantil en el estudio de esta.

Recogida de datos y análisis

Para conocer los modelos elaborados por los FPEI, antes y al final del proceso instructivo, estos respondieron individualmente a la pregunta abierta siguiente (se plantearon más preguntas, pero no se analizan aquí por motivos de extensión):

¿Cómo representarías la estructura y composición del agua? Puedes hacer más de una representación diferente.

Las respuestas de los FPEI al pretest y postest fueron analizadas combinando procesos *intra-observadores*, por parte de la primera autora, en dos momentos diferentes (3 meses de intervalo), e *inter-observadores* con la participación de los tres autores (Padilla, 2002). En este último proceso, el grado de coincidencia fue mayoritario (> 95%), y los casos de discrepancias fueron sometidos a discusión hasta alcanzar un acuerdo por mayoría sobre la clasificación que podía ser más representativa de los modelos expresados por los FPI y de su progresión.

Proceso de intervención docente

Se planificó una instrucción explícita sobre modelización científica, en el contexto del estudio del agua, que se

llevó a cabo en 5 sesiones de dos horas cada una. No obstante, como se ha avanzado, en este trabajo solo se analizan los modelos elaborados por los FPEI, relativos a la estructura molecular del agua y sus uniones intermoleculares. La descripción de las sesiones del proceso instructivo se recoge en la tabla 1.

Se recalcó que los modelos científicos solo se refieren a un aspecto específico del sistema o fenómeno objeto de estudio, con un grado de precisión limitado. Y que, por tanto, pueden ser necesarios varios modelos para proporcionar una explicación más completa del sistema o fenómeno. La instructora presentó así los 'modelos científicos escolares' como modelos especialmente diseñados y construidos para ayudar a los alumnos a aproximarse al modelo científico y entender la realidad tangible (Jiménez-Tenorio, Aragón-Núñez y Oliva, 2016). A continuación, se presentó la modelización como práctica científica (Oliva, 2019) y se realizó una actividad experimental de carácter indagador (no detallada por razones de espacio, y que abarcó más aspectos de los tratados aquí, acerca de la estructura y comportamiento del agua).

Se desea aclarar que, al mostrar el modelo científico de referencia sobre la molécula de agua, para que los FPEI lo compararan con sus modelos propuestos (fase 4), no se pretendía que comprendieran las razones que determinan la geometría molecular del agua. Pero sí, al menos, que se familiarizaran con el hecho de que los átomos de oxígeno e hidrógeno tienen distintos tamaños, y que la disposición de sus enlaces en la molécula no es lineal (180º). Para ello, se empleó como analogía "la cabeza de Mickey Mouse", donde las orejas (átomos de hidrógeno) y la cabeza (átomo de oxígeno) se disponen con una separación angular semejante a la de la molécula del agua (aproximadamente 105º). Asimismo, para recrear las uniones intramoleculares se recurrió a la analogía de la unión mediante el antebrazo de la mano con el codo: unión "mano-codo de un individuo" (más fuerte, enlace covalente). Y las uniones intermoleculares, se ilustraron mediante la unión "mano de un individuo-codo de otro" (más débil, puente de hidrógeno). Todo ello se acompañó de fotografías de escolares de Infantil trabajando con esas ideas en clase (no se incluyen por razones de espacio); las cuales ayudan a que los FPEI vean viable y motivante tratar este tipo de contenidos en la etapa.

Tabla 1. Primeras y últimas fases del proceso instructivo

FASE	DESCRIPCIÓN
1	Cumplimentación del cuestionario, presentación la intervención docente y planteamiento de la investigación escolar sobre el agua a los FPEI.
2	Introducción, por parte de la instructora, de nociones básicas sobre: (a) significado de modelo científico (funciones y limitaciones); (b) la modelización como práctica científica.
3	Planteamiento de la investigación escolar: "¿Cómo creéis que influye la temperatura en la solubilidad del azúcar en agua?" (No detallada por razones de espacio, y que abarcó más aspectos de los tratados aquí, acerca de la estructura y comportamiento del agua).
4	Análisis de los datos de la investigación escolar, elaboración de modelos propios (Figura 1) y su comparación con el modelo científico escolar deseable sobre la estructura molecular del agua
5	Reflexión grupal, diálogo e intercambio de opiniones. Nueva cumplimentación del cuestionario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación inicial

De acuerdo con los modelos expresados por los FPEI antes de la intervención docente (tabla 2 y figura 1), ninguna de las respuestas coincide con el conocimiento escolar deseable sobre la estructura molecular del agua.

Un 14.0% la describe según las características observables (es fluida, está en los ríos y mares, etc.), por lo que se puede decir que los FPEI conciben modelos empíricos basados en propiedades perceptibles (Hernández, Couso y Pintó, 2014). Cerca de la mitad de las respuestas (45.6%) propone la fórmula empírica del agua (H_2O), de forma aislada o junto con otra representación molecular. Las respuestas que tratan de explicar la molécula de agua (22.8%), lo hacen con errores conceptuales que tienen que ver con: (*i*) la ausencia de átomos, (*ii*) la relación de tamaño de los átomos de oxígeno (O) y de hidrógeno (H) implicados en la molécula, así como con (*iii*) los enlaces intramoleculares (los representan en línea, es decir, con un ángulo de 180° entre ellos, o uniendo también los dos átomos de hidrógeno entre sí).

Una minoría de las respuestas (17.5%) representa la unión entre los átomos de oxígeno con el de hidrógeno no lineal, sino mediante una separación angular, ya sea respetando (7.0%) o no (10.5%) la relación de tamaños de los átomos implicados. Pero, en ningún caso, representan las uniones intermoleculares o puentes de hidrógeno.

Situación final

Después del proceso instructivo (tabla 2 y figura 1), y de un modo similar a la clasificación propuesta por Martínez-Losada, García-Barros y Rivadulla (2009), prácticamente todo el FPEI (97.5%) evoluciona a modelos más sofisticados de la molécula de agua (niveles de formulación 4, 5 y 6, tabla 2). En ellos la estructura de la molécula ya es conocida, pues se muestra que el átomo de oxígeno es más grande y está unido a dos hidrógenos más pequeños, mediante enlaces que tienen una separación angular aceptable. Los distintos niveles de formulación se diferencian según se establezcan las uniones intermoleculares en el agua. En el nivel 4, un 22.5% de FPEI no habla de las uniones intermoleculares, aunque a veces dibujen más moléculas, o las dibujen con fallos conceptuales. En el nivel 5, el 22.5% representa los puentes de hidrógeno, aunque no los diferencia gráficamente de los enlaces covalentes. En el mayor nivel de formulación (nivel 6), la mitad de FPEI (52.5%) identifica y diferencia claramente ambos tipos de enlaces.

Todo ello sintoniza con los resultados obtenidos en el estudio de Couso y Garrido-Espeja (2017), quienes apreciaron que futuros profesores de educación elemental terminaron siendo capaces de interpretar la reducción del volumen en una mezcla de alcohol y agua, a partir de un sencillo modelo de la naturaleza corpuscular de la materia. En todo caso, los modelos iniciales, aunque poco válidos o limitados en la mayoría de los casos, constituyeron un excelente punto de partida para orientar el proceso instructivo que era necesario, de forma similar al estudio de Bahamonde (2007), quien determinó la estrategia formativa dirigida a que los FDEI mejoraran sus modelos iniciales sobre la alimentación.

Tabla 2. Evolución de los modelos de ciencia escolar de los FPEI sobre la estructura molecular del agua líquida

NIVELES DE FORMULACIÓN	NR_I [1]	NR_F [2]
0. No sabe o la describe a nivel macroscópico.	8	
1. Fórmula empírica H_2O.	26	
2. Estructura de la molécula de agua con fallos conceptuales:		
2.a. La molécula de agua es una gota en la que la mitad es O y la otra mitad es H, o la molécula es un hexágono o tiene uniones de muchos hexágonos.	5	
2.b. Dos círculos del mismo tamaño (uno H y otro O) unidos entre sí con una zona de intersección, que sería "H_2O".	1	

NIVELES DE FORMULACIÓN	NR_I[1]	NR_F[2]
2.c. El átomo de H (más grande) se une a dos átomos más pequeños de Oxígeno (o 2 H se unen a uno de O, todos del mismo tamaño). Los enlaces aparecen en línea, o en ángulo. Si hay enlaces intermoleculares débiles, son entre O-O.	4	1
2.d. Los tres átomos tienen el mismo tamaño, cada uno en un vértice de un triángulo, por lo que los H están también unidos entre sí.	3	
3. Los enlaces del O con los dos átomos de H forman un ángulo aceptable, pero todos los átomos tienen el mismo tamaño. No dice nada de las uniones intermoleculares.	6	
4.a. El átomo de O es más grande, está unido a dos H más pequeños, mediante enlaces que forman un ángulo aceptable. No dice nada de las uniones intermoleculares.	4	8
4.b. No dice nada de las uniones intermoleculares, pero dibuja muchas moléculas.		1
4.c. Dibuja unos puentes de hidrógeno erróneos, ya que un mismo átomo de H se une a dos oxígenos de forma covalente.		1
5. Aparecen los puentes de hidrógeno, aunque pone el mismo tipo de enlace que el covalente, es decir, no los diferencia gráficamente		8
6. Aparecen los puentes de hidrógeno y además diferencia el tipo de enlace		21
Todas las respuestas	57[3]	40
[1]Nº Respuestas iniciales; [2]Nº Respuestas finales; [3]Nº respuestas totales > el número de participantes (44 en cuestionario inicial y 40 en el cuestionario final), ya que varios alumnos, además de describir la fórmula del agua (nivel 1), se encontraban en distintos niveles de formulación.		

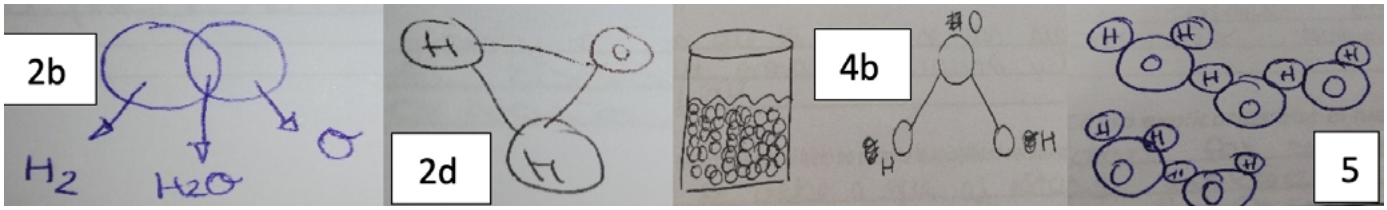


Figura 1. Ejemplos de representaciones de FPEI antes (niveles 2b y 2d) y después (niveles 4b y 5) del proceso instructivo

CONCLUSIONES

En este estudio se ha comprobado la eficacia de una intervención docente para la formación inicial de FPEI en procesos básicos de modelización científica, usando para ello el agua como objeto de estudio. En general, muestran una progresión positiva en la elaboración de los modelos que proponen sobre la estructura molecular del agua; en especial, los participantes pasan de no conocer prácticamente la molécula de agua, o solo conocer su fórmula empírica de una manera declarativa, a familiarizarse con la relación de tamaños de los átomos implicados, el ángulo aproximado que se establece entre sus enlaces, e incluso diferenciar los enlaces intramoleculares de los intermoleculares (puentes de hidrógeno), tan característicos del agua. Ello permite concluir, por tanto, que es importante tratar contenidos con cierto nivel de abstracción en la formación de los FPEI en la enseñanza de la ciencia porque, aunque ese nivel no sea el que luego proyecten para con su alumnado de infantil, les puede proveer de la suficiente formación y, sobre todo, confianza para abordar contenidos de ciencia escolar en esta etapa (Cantó, Pro y Solbes, 2016; Mosquera, Puig & Blanco, 2018), mediante las transposiciones didácticas oportunas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D EDU2017-82505-P, financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (Gobierno de España).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J.A, García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M, M., y Oliva-Martínez, J.M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica, 30* (3), 155-166. DOI: https://doi.org/10.14483/23448350.12288

Ahi, B. (2017). The Effect of Talking Drawings on Five-Year-Old Turkish Children's Mental Models of the Water Cycle. International *Journal of Environmental & Science Education, 12* (3), 349-367. DOI: 10.12973/ijese.2017.01232a

Bahamonde, N. (2007). Los Modelos de conocimiento científico escolar de un grupo de maestras de educación infantil: un punto de partida para la construcción de "islotes de racionalidad y razonabilidad" sobre la alimentación humana. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. http://www.tesisenred.net/handle/10803/4720

BOJA, Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (2008). ORDEN /169/2008, de 5 de agosto, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Infantil. https://www.juntadeandalucia.es/boja/2008/169/3

Cabello, M.J. (2011). Ciencia en Educación Infantil: La importancia de un "rincón de observación y experimentación" o "de los experimentos" en nuestras aulas. *Pedagogía Magna, 10*, 58-63. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628271.pdf

Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2016) ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1870

Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. Madrid: Paraninfo.

Couso, D. (2014). De la moda de «aprender indagando» a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. Ponencia presentada en los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Huelva, España.

Couso, D. y Garrido-Espeja A. (2017). Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. In: Hahl K., Juuti K., Lampiselkä J., Uitto A., Lavonen J. (eds) Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research. Contributions from Science Education Research, vol 3. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-58685-4_19

Erduran, S. (2001). Philosophy of Chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science and Education, 10*(6), 581-593. DOI: 10.1023/A:1017564604949

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 115-130. DOI: 10.1007/s10763-004-3186-4

Halbwachs, F. (1985). La fisica del profesor entre la fisica del fisico y la fisica del alumno. *Revista de Enseñanza de la Física, 1*(2), 77-92. https://revistas.psi.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/viewFile/15978/15805

Harlen, W. (2010). Principles and big ideas of science education. Hertfordshire, England: Association for Science Education.

Hernández, M.I., Couso, D., Pintó, R. (2015). Analyzing students' learning progressions throughout a teaching

sequence on Acoustic Properties of Materials with a model-based inquiry approach. *Journal of Science Education and Technology, 24* (2), 356-377. DOI: 10.1007/s10956-014-9503-y

Jiménez-Tenorio, N., Aragón-Núñez, L. y Oliva, J.M. (2016). Percepciones de estudiantes para maestros de educación primaria sobre los modelos analógicos como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 91-112. DOI: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1943

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 173-184. https://ddd.uab.cat/record/21900

Karlsson, A.B. (2017). "It vapors up like this": Children Making Sense of Embodied Illustrations of Evaporation at a Swedish School. *The International Journal of Early Childhood Environmental Education, 5*(1), 39-56.

Martínez-Losada, C., García-Barros, S. y Rivadulla, J.C. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 137-155. http://hdl.handle.net/2183/15409

Mosquera, I., Puig, B., & Blanco, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 7-23. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.2311

Oh, P.S. y Oh S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education, 33* (8), 1109-1130. DOI: 10.1080/09500693.2010.502191

Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 37* (2), 5-24. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.2648

Padilla, M. T. (2002). Técnicas e instrumentos para el diagnóstico y la evaluación educativa. Madrid, Spain: CCS.

CO.08 Análisis de las emociones vinculadas al proceso de descubrimiento del interior de una caja negra

Federico Agen[1], Mª Antonia López Luengo[2], Amparo Elisa Benéitez Villamor[1]

[1] Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España), [2] Universidad de Valladolid, Segovia (España).
fagen@ucm.es

RESUMEN

El estudio de la influencia de las emociones en el aprendizaje es una tendencia emergente en la investigación didáctica. En esta línea se desarrolló una investigación cuantitativa en la que participan los propios docentes de Educación Secundaria en formación. El grupo se divide entre quienes realizan una actividad de indagación escolar (observados) y los que observan. Ambos grupos realizan un registro de las emociones manifestadas o vividas durante las diferentes fases de la indagación en una plantilla diseñada exprofeso. El análisis de la frecuencia de las manifestaciones de los distintos tipos de emociones muestra un flujo emocional relacionado con las fases de la indagación. Este trabajo confirma la importancia de las emociones activadoras para la realización de tareas de aprendizaje y, además, anima a la inclusión de la capacidad de percepción de las emociones en la formación docente.

Palabras clave: emociones; cambio conceptual; caja negra, descubrimiento.

INTRODUCCIÓN

La investigación en educación emocional de las últimas décadas incide en la importancia de las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y de cómo pueden ser determinantes para las trayectorias de desarrollo

cognitivo y de la salud mental del alumnado (Mellado et al., 2013; Pekrun y Linnerbrink, 2014). Las emociones son procesos complejos que incluyen afectividad específica, cognición, elementos comportamentales y psicológicos (Pekrun et al., 2011; Barrett, 2017). Las últimas teorías las identifican como un constructo cognitivo debido a las experiencias de cada persona (Barrett, 2017; Hoemann et al., 2019). En el día a día, su detección puede realizarse fundamentalmente a través de la mímica facial, y en parte con la postura corporal. Saber reconocerlas juega un importante papel social (Kulke et al., 2019) y también en el contexto educativo. Sin embargo, evaluar las expresiones faciales y corporales de un individuo no es tan simple como podría parecer inicialmente, como señalan Barrett et al. (2019). En efecto, son considerablemente más variables y dependientes del contexto de lo que se considera comúnmente. Pero, si se analizan correctamente en un contexto espacio-temporal concreto, permiten obtener una información muy importante para describir el estado emocional de los individuos observados (Barrett, 2017; Barrett et al., 2011).

La influencia de las emociones en la actividad educativa ha enriquecido la comprensión de la capacidad de auto-regulación de los estudiantes. Esto parece estar relacionado con los procesos de comprensión conceptual y, por tanto, con los resultados académicos. Esta visión es recogida bajo el término general de modelo de cambio conceptual cálido. Esta perspectiva, sugerida por autores como Pintrich et al. (1993), proporciona un importante sustrato teórico que incorpora componentes afectivos a los aspectos puramente cognitivos. El aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1972) se incluye también en este tipo de enfoques cálidos que promueven la adquisición de conocimiento por parte del estudiante a partir del proceso guiado llevado a cabo por el profesor. En este planteamiento, la exploración está motivada por la curiosidad, el interés y el flujo de emociones ligado al proceso de aprendizaje.

Las emociones pueden clasificarse considerando sus dos dimensiones (Figura 1): **valencia** (placer/positivas o displacer/negativas) y **activación** (activadoras/desactivadoras) (Russell, 1980; Waston et al., 1988; Barrett, 2006; Pekrun y Linnerbrink, 2014). Las emociones positivas parecen tener un importante papel en la motivación y logro de resultados por parte de los estudiantes. En concreto, emociones como alegría, placer y curiosidad son positivas activadoras, y determinan un aumento de la inversión en el esfuerzo para aprender. Emociones negativas como aburrimiento y desesperanza son desactivadoras y reducen la implicación en el aprendizaje (Loderer et al., 2019).

Sin embargo, el efecto sobre el aprendizaje de las emociones positivas desactivadoras y las negativas activadoras es más difícil de prever. Estas últimas, por ejemplo, pueden disminuir la motivación intrínseca, pero también pueden tener un efecto favorable, aumentando la motivación extrínseca. Las positivas desactivadoras pueden bajar el nivel de atención de forma inmediata durante una tarea. Sin embargo, a largo plazo pueden aumentar la motivación para aprender (Baker et al., 2010; Loderer et al., 2019). En situaciones de aprendizaje como una actividad por descubrimiento en aula, las emociones involucradas son epistémicas (Pekrun et al., 2016). Efectivamente, actividades de este tipo, donde un estudiante se encuentra con situaciones intuitivas y también con otras aparentemente incongruentes, pueden estimular emociones como curiosidad, confusión, frustración, y aburrimiento (D'Mello y Graesser, 2012; D'Mello et al., 2014).

Figura 1. Modelo circumplejo. Estructura bidimensional de las emociones (Elaboración propia).

OBJETIVOS

Con este tipo de enfoque educativo, hemos realizado un experimento que tiene por objetivos: (1) recoger las emociones que los estudiantes expresan cuando llevan a cabo un proceso de aprendizaje por descubrimiento que involucra cuestiones de ciencia y (2) vincular estas emociones con las fases del proceso de aprendizaje. Con el fin de clasificar las emociones del presente trabajo, se han tenido en cuenta las categorizaciones realizadas por distintos autores, incluyendo la valencia y la activación en un modelo circumplejo bidimensional (Figura 1) (Russell, 1980; Waston et al., 1988; Barrett y Russell, 1999; TenHouten, 2007; Bisquerra, 2009; Mellado et al., 2013; Brígido et al., 2013; Frenzel, 2014; Rebollo-Catalán et al., 2014; Borrachero, 2015; Dávila et al., 2016).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se propuso a los participantes en el estudio una actividad por descubrimiento. En concreto, se les pidió que averiguaran el contenido de una caja, denominada caja negra, actividad propuesta entre otros por Solís-Espallargas et al. (2014) y Haber-Schaim et al. (1979). Hemos diseñado un procedimiento para analizar la variación de las emociones mostradas por estudiantes del Máster de Secundaria del Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid, durante las distintas fases de este proceso de descubrimiento. Los participantes no podían abrir la caja ni romperla; es decir, debían hacer uso, solo de sus conocimientos científico-técnicos para descubrir su contenido. La caja era de cartón con unas dimensiones de 30x20x25 centímetros. En su interior contenía: una canica de 1 centímetro de diámetro, un dado de madera de 2 centímetros de lado, una esfera de acero de 2 centímetros de diámetro, tres monedas de 5 céntimos, y dos monedas de 50 céntimos. Todos estos elementos se movían libremente en su interior.

Antes de empezar la actividad se explicó el procedimiento a los participantes. Los estudiantes se dividieron en parejas, constituidas por un observador y un observado. Durante el proceso de descubrimiento ambos debían rellenar un formulario preestablecido en 12 momentos de la actividad, utilizando un enlace a docs.google.com, mediante su propio móvil. El formulario se envió previamente a la dirección de correo electrónico de cada participante. Cada persona se identificaba exclusivamente como observador u observado.

Los observados tenían que averiguar el contenido de la caja. Los observadores tenían que anotar cada dos minutos: (1) el tipo de acción ejecutada, (2) la fase del método científico (Observación, Planteamiento del problema, Emisión de hipótesis, Comprobación experimental, Conclusiones, Comunicaciones), (3) la emoción mostrada (Sorpresa, Satisfacción, Curiosidad, Tranquilidad, Entusiasmo, Frustración, Confusión, Incertidumbre, Aburrimiento, Preocupación) y (4) el estado de activación de la emoción por parte del observado. Los observados tenían que anotar el tipo de acción ejecutada, su propia emoción y el estado de activación de esta. La experiencia fue realizada simultáneamente por un total de 24 estudiantes.

RESULTADOS

El análisis de los datos aportados por el formulario se ha centrado sobre la frecuencia de las emociones y las fases en el tiempo. La tabla 1 y la figura 2 muestran cómo varían las emociones en el tiempo. Se evidencia la evolución de las frecuencias de las emociones durante el transcurso de la actividad. Al inicio, las de mayor frecuencia son: curiosidad, incertidumbre y confusión; en el transcurso de la actividad: confusión, aburrimiento y frustración; al término de la sesión, las emociones anteriormente indicadas, están más niveladas.

Las emociones anotadas por los observadores y observados de cada pareja muestran algunas discrepancias. En la figura 3 se observa la frecuencia total de las emociones y la diferencia entre ambos.

Tabla 1. Medida cuantitativa de la variación de las emociones en función del tiempo

EMOCIÓN	TIEMPO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Curiosidad	15	5	3	2	3	3	2	2	3	2
Incertidumbre	4	7	7	4	3	2	1	5	1	1
Confusión	4	7	4	2	4	8	4	3	4	3
Sorpresa	0	0	2	0	4	0	3	3	1	0
Aburrimiento	0	1	1	3	2	1	7	1	4	3
Entusiasmo	0	2	0	2	0	0	1	2	2	3
Frustración	0	2	4	6	1	3	5	3	3	3
Satisfacción	0	0	2	3	4	1	0	4	1	3
Preocupación	0	0	1	0	2	3	0	0	2	2
Tranquilidad	1	0	0	2	1	3	1	1	3	4

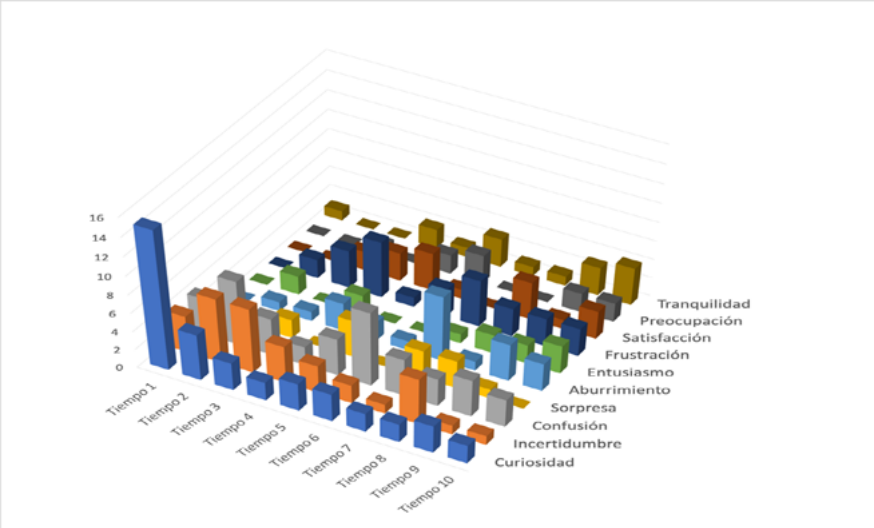


Figura 2. Gráfico 3D: emociones/tiempos

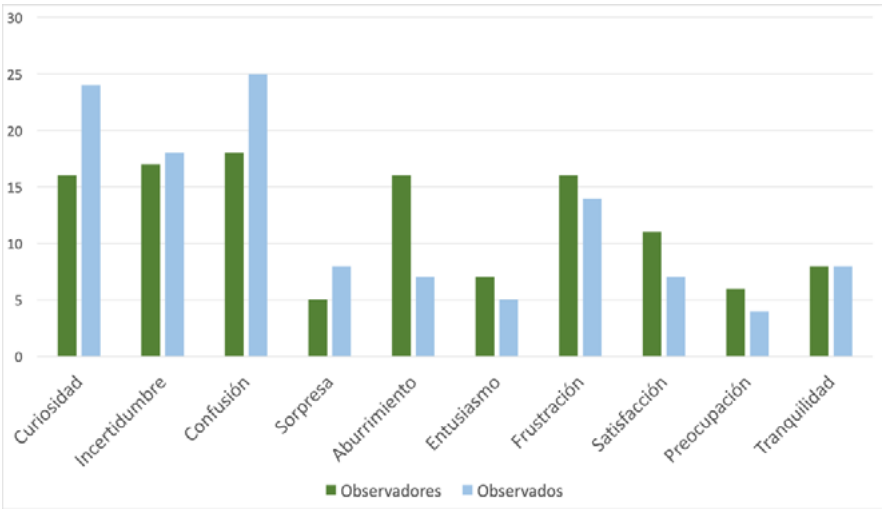


Figura 3. Emociones globales anotadas por los observadores (verde) y observados (azul claro)

La figura 4 muestra el tiempo dedicado a cada fase del método científico. Se observa que aquellas a las que se dedica más tiempo son la Observación y la Comprobación Experimental. La primera determinada por emociones activadoras: curiosidad (positiva) y confusión (negativa). En la segunda, las emociones más frecuentes son de tipo negativo activador: incertidumbre, frustración y confusión, aunque también aparece la satisfacción (positiva desactivadora).

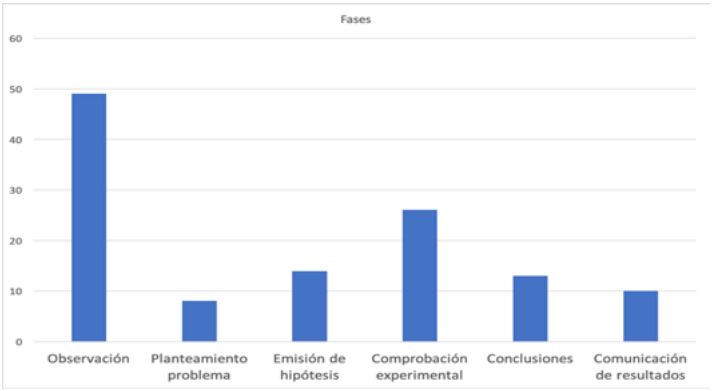


Figura 4. Frecuencia de las fases del método científico

El estado de activación del formulario se refería al nivel de excitación de la emoción percibida. El nivel de activación media anotado por los observadores es menor de lo que los observados han indicado percibir (Figura 5).

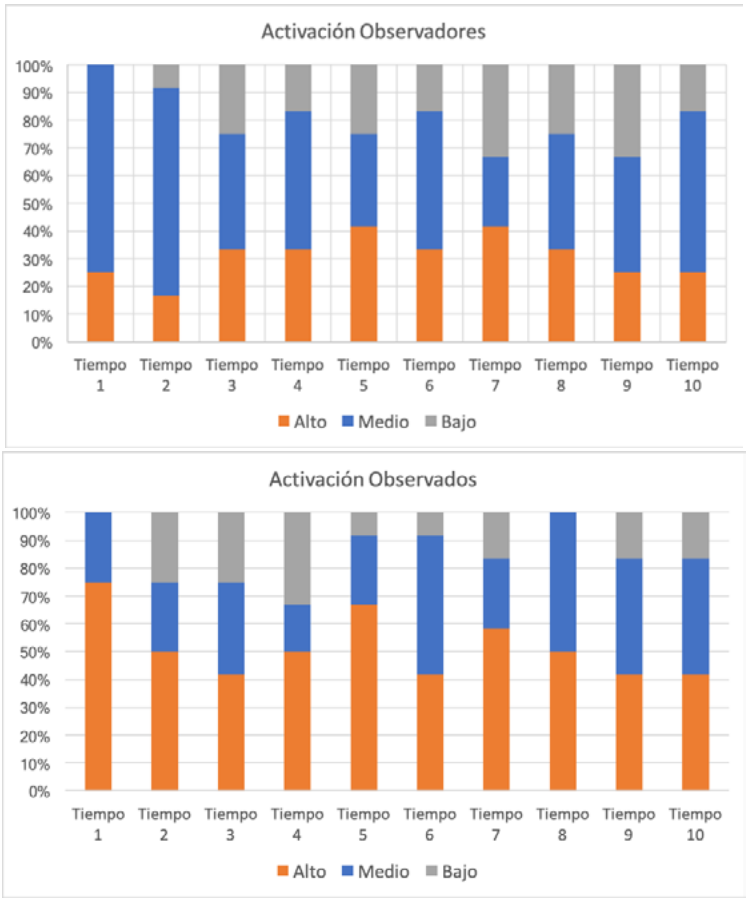


Figura 5: Activaciones anotadas por los observadores (arriba) y observados (abajo)

CONCLUSIONES, PROSPECTIVA Y APORTACIONES DIDÁCTICAS

La importancia de las emociones en el momento del diseño de actividades educativas se ve apoyada por los hallazgos de este trabajo. En concreto, el éxito en la tarea de descubrimiento propuesta, así como que la fase de indagación a la que se le dedica más tiempo sea la observación, donde se expresan mayoritariamente emociones activadoras, parece confirmar la importancia de este tipo de emociones para la motivación hacia una actividad de aprendizaje.

Además, las discrepancias detectadas en el registro del estado de activación y de las categorías emocionales entre observados y observadores confirman la existencia de una dificultad en la valoración entre ambos actores del proceso de enseñanza aprendizaje. En este sentido, parece que debemos prestar atención a la necesidad de autoconocimiento y gestión individual de las emociones que los estudiantes sienten en los procesos de aprendizaje. Pero, además, debemos formar al profesorado en el correcto reconocimiento de las emociones de su alumnado. Algo esencial para facilitar la regulación del proceso de enseñanza. Todo esto nos permite sugerir la inclusión de la capacidad de percibir de forma correcta las emociones del alumnado como parte importante de la formación docente.

Este trabajo preliminar reafirma la pertinencia de la investigación sobre cómo las emociones intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y nos anima a realizar ulteriores estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baker, R., D'Mello, S., Rodrigo, M., & Graesser, A. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners' cognitive–affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, *68*(4), 223–241. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.12.003

Barrett, L. F. (2006). Are Emotions Natural Kinds? *Perspectives on Psychological Science*, *1*(1), 28–58. https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00003.x

Barrett, L. F. (2017). The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, nsw154. https://doi.org/10.1093/scan/nsw154

Barrett, L. F., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A. M., & Pollak, S. D. (2019). Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion From Human Facial Movements. *Psychological Science in the Public Interest*, *20*(1), 1–68. https://doi.org/10.1177/1529100619832930

Barrett, L. F., Mesquita, B., & Gendron, M. (2011). Context in Emotion Perception. *Current Directions in Psychological Science*, *20*(5), 286–290. https://doi.org/10.1177/0963721411422522

Barrett, L. F., y Russell, J. A. (1999). Structure of current affect. *Current Directions in Psychological Science*, *8*, 10-14.

Bisquerra R. (2009). *Psicopedagogía* de las *emociones*. Madrid: Editorial Síntesis.

Borrachero, A.B. (2015) *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria*. Tesis doctoral. Facultad de Educación. Badajoz: Universidad de Extremadura.

Brígido, M. Couso, D. Gutiérrez, C. y Mellado, V. (2013). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education*, *12*(3), pp. 299-311.

Bruner, J., (1972) *El Proceso de educación*, México: Ed. Uteha.

D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, *22*(2), 145–157. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001

D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, *29*, 153–170. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.003

Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez, J., & Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, *27*(3), 217–225. https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001

Frenzel, A. C. (2014). Teacher emotions. In E. A. Linnenbrink-Garcia & R. Pekrun (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 494-519). New York: Routledge.

Haber-Schaim, U. y otros. (1979). *Curso de introducción a las ciencias físicas*. Barcelona: Reverté.

Hoemann, K., Crittenden, A. N., Msafiri, S., Liu, Q., Li, C., Roberson, D., Barrett, L. (2019). Context facilitates performance on a classic cross-cultural emotion perception task. *Emotion*, *19*(7), 1292–1313. https://doi.org/10.1037/emo0000501

Kulke L, Feyerabend D, y Schacht A (2019). A comparison of the Affectiva iMotions Facial Expression Analysis Software with EMG for identifying facial expressions of emotion. PsyArXiv, doi: 10.31234/osf.io/6c58y

Loderer, K. ,Pekrun, R., Plass, J.L.. (2019). Emotional foundations of game-based learning In book: Handbook of game-based learning. Publisher: MIT Press.

Mellado, V., Blanco, L.J., Borrachero, A. B. y Cárdenas, J.A. (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas(Vol. I y II)*. Badajoz: Grupo DEPROFE.

Pekrun, R. & Linnenbrink, E. A. (2014). (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education*. New York : Routledge.

Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The achievement emotions questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology36*, 36-48. doi:10.1016/j.cedpsych.2010.10.002

Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K., & Sinatra, G. (2016). Measuring emotions during epistemic activities: the Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition and Emotion*, *31*(6), 1268–1276. https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1204989

Pintrich, P.R., Marx, R.W. y Boyle, R.A. (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Reviewof Educational Research*, *Vol. 63*, No. 2., pp. 167-199.

Rebollo-Catalán, A., García-Pérez, R., Buzón-García, O., & Vega-Caro, L. (2014). Las emociones en el aprendizaje universitario apoyado en entornos virtuales: diferencias según actividad de aprendizaje y motivación del alumnado. *Revista Complutense de Educación*, *25*(1). https://doi.org/10.5209/rev_rced.2014.v25.n1.41058

Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology, 39*, 1161-1178.

Solís-Espallargas, C., Escriva, I., Rivero A. (2015). Una experiencia de aprendizaje por investigación con cajas negras en formación inicial de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12*(1), 167-177

TenHouten, W. D. (2007). *A General Theory of Emotions and Social Life TenHouten*. New York: Routledge.

Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 1063–1070. https://doi.org/10.1037//0022-3514.54.6.1063

CO.09 Competencias para buscar, seleccionar y valorar información sobre ciencia en Internet al final de la educación obligatoria: Un estudio exploratorio

Daniel Valverde-Crespo, Antonio de Pro-Bueno y Joaquín González-Sánchez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Química-Física. Universidad de Murcia. daniel.valverde@um.es

RESUMEN

Internet es la primera fuente para buscar información sobre temas relacionados con la ciencia y la tecnología por parte de los más jóvenes. Por esta razón es necesario que durante la escolaridad obligatoria los estudiantes adquieran las competencias necesarias al respecto. Por ello, esta comunicación tiene como objetivo describir las competencias que muestra un conjunto de estudiantes de Física y Química en su último curso de Educación Secundaria Obligatoria al buscar, seleccionar y valorar información sobre un tema científico. Para ello se propusieron una serie de cuestiones sobre la lluvia ácida, se realizó una búsqueda en Internet para resolverlas y se aplicó un cuestionario sobre el que se aplicaron dos métodos de vaciado. Los resultados muestran que habían desarrollado algunas competencias para buscar información en Internet, aunque la gran mayoría de las mismas eran de nivel básico y mejorables en varios aspectos.

Palabras clave: Búsqueda de información, valoración de información, educación secundaria obligatoria, lluvia ácida, competencias científico-digitales.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Existe suficiente consenso en que entre las habilidades científicas que todo ciudadano debe poseer y que, por ello, deben estar presentes durante su escolaridad para su desarrollo y adquisición, se encuentran las competencias para buscar, seleccionar y valorar información (Blanco, España, González y Franco, 2015). Esto es debido al hecho de que Internet es actualmente la principal fuente para buscar información sobre ciencia y tecnología, aspecto que se da especialmente en los más jóvenes (Revuelta y Corchero, 2015).

El acceso a contenidos sobre ciencia a través de Internet posee una serie de riesgos que han sido comentados en trabajos previos (Valverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2020) y que en la actualidad están muy presentes. Por ello, es importante remarcar la necesidad de incluir el desarrollo, al menos en algún grado, de habilidades específicas para hacer frente a esta realidad durante la escolaridad obligatoria.

Dichas habilidades, se enmarcan dentro de la competencia digital. Esta competencia es una de las que se incluyen en la legislación educativa y que tiene un carácter transversal a todas las materias escolares. Su marco conceptual en la actualidad, a nivel europeo, se denomina Digcomp: The Digital Competence Framework for Citizens (Carretero, Vuorikai y Punie, 2018). Este marco divide la competencia digital en 5 áreas, que a su vez se dividen en subcompetencias para las que cada una tiene 4 niveles de desarrollo (básico, intermedio, avanzado y altamente especializado). La problemática que nosotros estamos exponiendo se encuentra en el área de información.

Así, el objetivo de esta comunicación es describir y valorar las competencias digitales para buscar, seleccionar y evaluar información sobre una temática científica que manifiestan un conjunto de estudiantes de Física y Química en 4º de Educación Secundaria Obligatoria, el último curso de la educación obligatoria en España.

MARCO TEÓRICO

La relación del área de información de la competencia digital con la enseñanza y aprendizaje de las materias escolares de ciencias fue ampliamente discutida en trabajos anteriores (Valverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018). Sin embargo, conviene aclarar esta relación para las subcompetencias digitales que abordamos en esta comunicación:

- Por un lado, las subcompetencias digitales para buscar y seleccionar información en Internet se corresponden con competencias científicas relacionadas ligadas a la actividad científica tales como:
    - Buscar y seleccionar fuentes de información fiables y relevantes en una indagación.
    - Seleccionar información, de tipo cualitativo y cuantitativo, relevante y fiable en esas fuentes.
    - Construir una argumentación consistente apoyada en una información fiable, objetiva y relevante.
- Por otro lado, las subcompetencias digitales para evaluar y valorar la fiabilidad y calidad de la información de Internet se corresponden con competencias científicas relacionadas con la naturaleza de la ciencia tales como:
    - Valorar la calidad de un contenido científico en función de su procedencia, su autoría, datos disponibles y los procesos empleados para publicarla.
    - Valorar la argumentación dada en una información, siendo capaz de detectar fallos o incoherencias en ella.
    - Detectar errores, incoherencias o intencionalidades en el contenido de la información.

En el currículo oficial la relación entre las competencias, como la digital, y las materias escolares se concreta en una serie de estándares de aprendizaje evaluables que se han convertido en el referente para evaluar los aprendizajes de los estudiantes. Sin embargo, este elemento curricular no siempre abarca todas las dimensiones de la competencia digital, no se encuentran explícitamente formulados y pueden no ser abordados de la manera esperada (Valverde-Crespo y González-Sánchez, 2018).

Por otra parte, investigaciones previas para el diagnóstico de competencias digitales de estudiantes en educación secundaria (Julien y Barker, 2009) destacan que no es habitual que valoren los resultados de las búsquedas que realizan en red y, cuando lo hacen, se basan en aspectos de poca profundidad como el título de la página web y el orden que propone el buscador. Además, realizan una lectura y revisión de los contenidos de forma superficial.

Otro referente es el estudio PISA (OECD, 2015) que, de forma concreta para España, señala que nuestros adolescentes utilizan las TIC un tiempo medio diario superior a la media OECD. Lo mismo sucede con el uso de Internet para realizar tareas de clase. También se destaca que la frecuencia de búsquedas en red y de lectura de noticias online aumenta con el nivel socioeconómico de los participantes. Además, ocurre el hecho de que los resultados de la prueba de lectura mejoran en los estudiantes que más búsquedas en Internet realizan, respecto a los que apenas usan Internet para ello.

Un último aspecto importante a tener en cuenta al explorar las competencias digitales de los estudiantes adolescentes, y que escapa del mundo escolar, es la contribución que tiene el uso continuo y frecuente que hacen de las TIC fuera del aula. Si bien sirve como un elemento de adquisición de ciertas competencias, éstas competencias de origen "extraescolar" alteran el desarrollo de competencias de mayor nivel que se pueden adquirir académicamente, actuando como factores limitantes, además de dificultar su transferencia a sus contextos cotidianos (Colwell, Hunt y Reinking, 2013; Spernjak y Sorgo, 2018).

MARCO EMPÍRICO

En la investigación participaron un conjunto de 74 estudiantes de 4º de ESO de tres institutos de educación secundaria (I.E.S.) públicos de la ciudad de Murcia. La edad de todos ella era de 15-16 años y todos cursaban la asignatura de Física y Química. Se trata de estudiantes que se encuentran en el último curso de la educación obligatoria. Los tres I.E.S. se encuentran en barrios de nivel socioeconómico medio-alto de la ciudad.

Para la recogida de información se propuso a los participantes una serie de cuestiones sobre la lluvia ácida, tema que se suele abordar en las programaciones educativas de los I.E.S. dentro de la unidad temática de las reacciones químicas. Tras la propuesta de estas cuestiones, que se encuentran en la Tabla 1, se les pide que realicen una búsqueda en Internet para darles respuesta y se les suministra un cuestionario que deben realizar, y que contiene tres partes:

- Parte 1 - Proceso de búsqueda y selección en Internet: Los participantes deben completar esta parte de forma simultánea a la realización de la búsqueda. Las condiciones son que deben hacer la búsqueda de forma completamente individual, libre y autónoma en Internet y seleccionar un máximo de dos sitios web que les permitan dar respuesta a los problemas planteados. Mientras realizan la búsqueda deben realizar en el cuestionario, un protocolo verbal o relato por pasos, de las etapas que siguen y de las decisiones que toman en todas las acciones de búsqueda y selección de información. El objetivo de esta parte es acceder a los procesos cognitivos que emplean durante todo el proceso.

- Parte 2 – Uso de la información: En esta parte, deben utilizar la información para responder a las cuestiones planteadas.

- Parte 3 – Valoración de la información: En esta parte deben valorar la fiabilidad de la información que ellos mismos han seleccionado, justificando su respuesta.

Tabla 1. Cuestiones propuestas a los participantes para iniciar la búsqueda en Internet

ENUNCIADOS:
Explica brevemente y con tus palabras, qué es y en qué consiste la lluvia ácida
Explica brevemente por qué la lluvia ácida es un problema medioambiental
¿Qué tipo de proceso es la formación de la lluvia ácida? ¿Por qué es este tipo de proceso?
Indica dos posibles medidas para evitar la formación de lluvia ácida

Para el análisis de la información recogida se emplean dos técnicas de vaciado de la información:

- Vaciado hipotético-deductivo o tipo A: Se aplica solamente a la parte 1 del cuestionario, y consiste en la clasificación en tres niveles de adquisición (básica, intermedia y avanzada) de las acciones empleadas por los participantes durante la búsqueda y selección en Internet. Para ello se aplica un modelo basado en el marco europeo Digcomp para la competencia digital que propusimos en un trabajo anterior (Valverde-Crespo, 2018).
- Vaciado inductivo o tipo B: Se aplica a las tres partes del cuestionario y consiste en el vaciado de la información recogida en todas las partes del cuestionario y su categorización de forma abierta. Dada su extensión solamente podremos exponer de forma parcial los resultados obtenidos mediante esta técnica de vaciado.

RESULTADOS

Resultados vaciado tipo A

La aplicación del vaciado tipo A permitió diferenciar tres niveles de adquisición en las competencias manifestadas por los participantes en la parte 1 del instrumento. Éstas fueron previamente agrupadas, según el modelo utilizado, en:

1. Organización de la búsqueda a partir de la demanda informativa.
2. Acceso a la información.
    - **2.1.** Elección de la herramienta de búsqueda.
    - **2.2.** Uso de la herramienta de búsqueda para acceder a la información.
3. Navegación y selección de resultados.
    - **3.1.** Revisión de resultados.
    - **3.2.** Navegación entre distintos resultados de la búsqueda.
    - **3.3.** Selección de resultados de la búsqueda.
4. Estrategias personales de información.

Globalmente se han analizado 518 capacidades (7 por cada uno de los 74 participantes). Como se muestra en la Figura 1, la mayoría de competencias analizadas, en torno al 93% (481/518), son de tipo básico. La presencia de capacidades de nivel intermedio es muy baja, casi anecdótica, puesto que han aparecido en menos de un 1% (5/518). No se ha detectado ninguna de tipo avanzado.

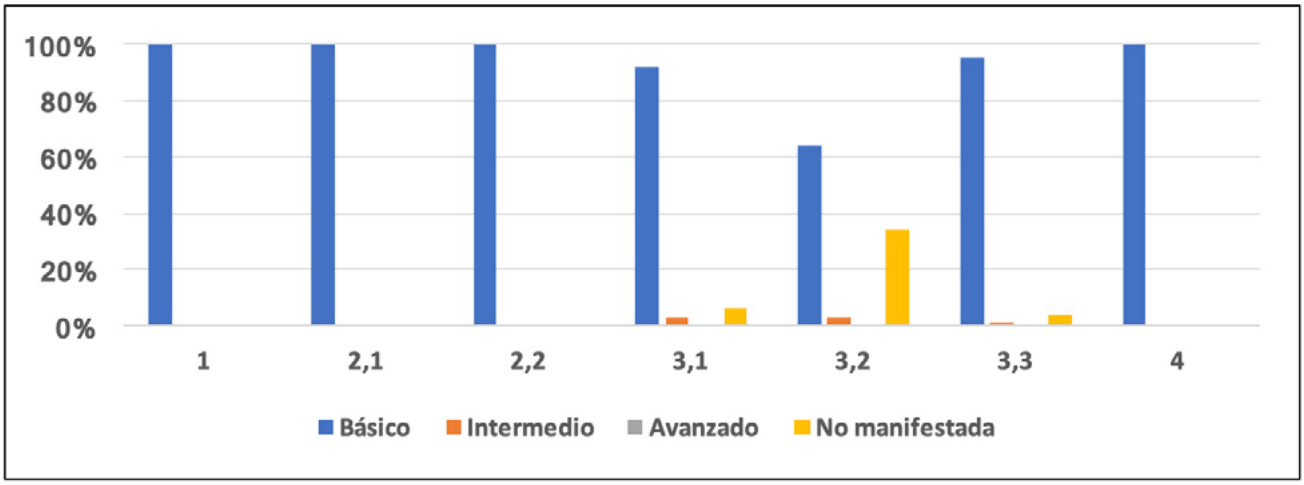


Figura 1. Niveles de subcompetencia de los participantes

En las tres primeras sub-competencias todos los participantes mostraron un nivel básico. Identifican la demanda informativa y comienzan el proceso de búsqueda de forma casi instantánea. En ningún caso se ha mostrado una reflexión previa o una planificación del proceso a seguir.

Respecto a "Elección de la herramienta de búsqueda" y "Uso de la herramienta de búsqueda para acceder a la información", todos afirman recurrir a Google sin plantearse otras alternativas, aunque es posible que no estén habituados o no conozcan otras posibilidades. En el segundo caso, la mayoría han empleado como término de búsqueda el tema sobre el que versa la pregunta, "lluvia ácida", y en ningún caso se ha planificado el empleo de otras palabras.

En relación a la "Revisión de resultados", afirman observar los enlaces que propone la primera página de resultados, básicamente se trata de los 5 primeros enlaces, y su revisión consiste en leer el título de la página web. Solo en dos casos se han identificado capacidades cuya adquisición se considere de nivel intermedio, ya que, en ambos, han revisado qué enlaces se ajustan a la información que se necesita.

En cuanto "Navegación entre resultados de la búsqueda", la mayoría sigue manifestando una capacidad básica navegando de forma casi aleatoria entre los primeros enlaces de la primera página de resultados, utilizando distintas pestañas o volviendo atrás, de nuevo a la lista de resultados.

Por último, en relación a las "Estrategias personales de información", la totalidad la manifestó de forma básica. Su proceso es "automatizado", presumiblemente por ser muy cotidiano para ellos. En ningún caso manifiestan acciones o decisiones que les permita mejorar el proceso de búsqueda inicial.

RESULTADOS VACIADO TIPO B

Los resultados del vaciado tipo B en la parte 1 del instrumento nos permitieron secuenciar las acciones de búsqueda y selección en red, obteniendo 4 secuencias diferentes que mostramos en la Figura 2.

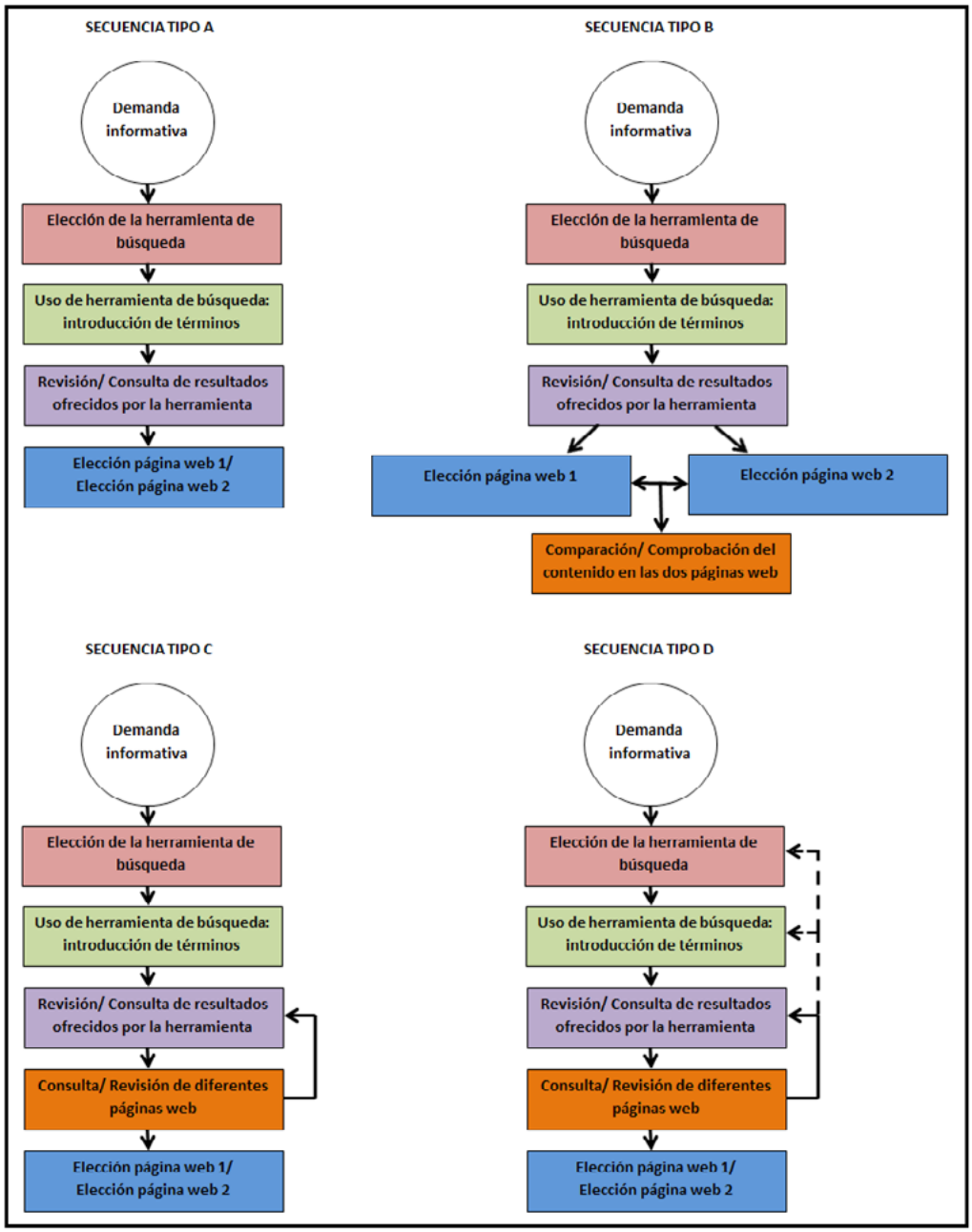


Figura 2. Secuencias de búsqueda manifestadas

Estas secuencias muestran distintos niveles de adquisición competencial (siendo la de menor nivel la secuencia A y la de mayor la secuencia D) y como se observa en la Figura 3, concuerdan con lo recogido en el vaciado tipo A. La secuencia que más se ha manifestado es el tipo A, lo que concuerda con que la gran mayoría de subcompetencias fuesen de nivel básico. La secuencia D solamente fue expuesta por un participante.

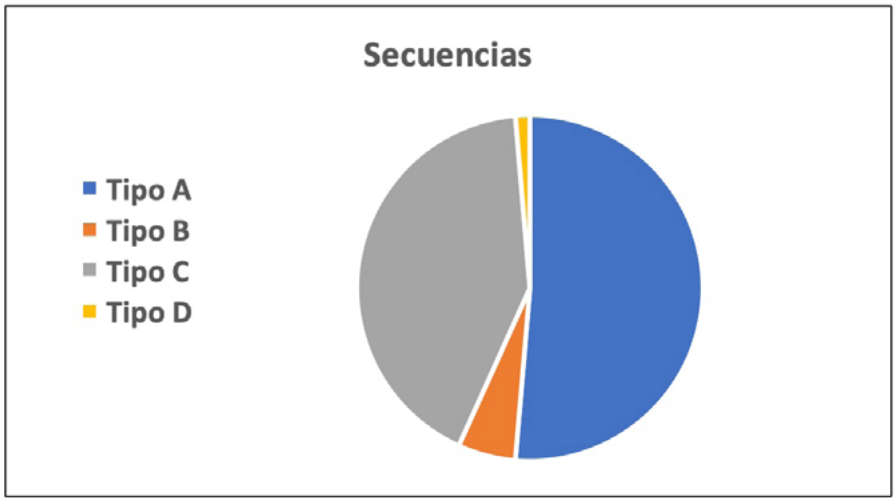


Figura 3. Frecuencia de las secuencias

Por otro lado, entre los resultados de la segunda parte del cuestionario, los sitios web seleccionados para resolver las cuestiones se muestran en la Figura 4. Como se observa, la web de National Geographic y la entrada sobre la lluvia ácida de la Wikipedia fueron las páginas más seleccionadas, que además se correspondían con los dos primeros enlaces propuestos por Google si se insertaban los términos "lluvia ácida" el día de la recogida de información.

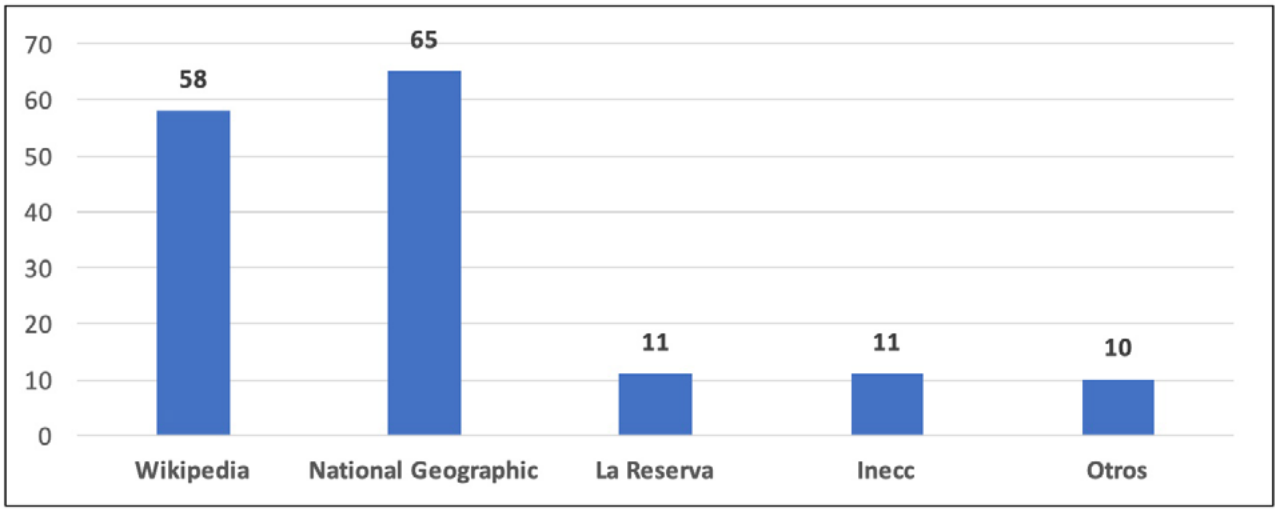


Figura 4. Sitios web elegidos por los participantes

En cuanto a la valoración de la fiabilidad de estas páginas web, en la parte 3 del cuestionario, la mayoría de las respuestas quedan recogidas en la opción "Mucha", siempre con un porcentaje superior al 60%, como se muestra en la Figura 5. Esto indica que depositan mayoritariamente su confianza en las páginas que seleccionan mediante sus búsquedas.

Los motivos empleados varían en función de las páginas utilizadas, por ejemplo, para la web National Gepgraphic es frecuente que afirmen confiar mucho en ella debido a su fama. Dos motivos son los que más peso tienen en conjunto: la autoría y la popularidad del sitio web. Estos dos aspectos se encuentran entre los criterios

que propone Fornás (2003) como medio para valorar la calidad y fiabilidad de una página web, lo que indica que algunos, al menos inicialmente, tienen cierta capacidad para valorar un contenido web en función de ellos.

Sin embargo, han sido muy frecuentes las respuestas simples, escuetas y carentes de argumentación en las que indican que se trata de información "buena", "completa", y otros términos genéricos que no ofrecen mayor justificación. Al no tener capacidad para justificar dicha causa, podemos asumir que se debe a que no disponen conocimientos sobre criterios para ello o bien tienen dificultades para expresarlo.

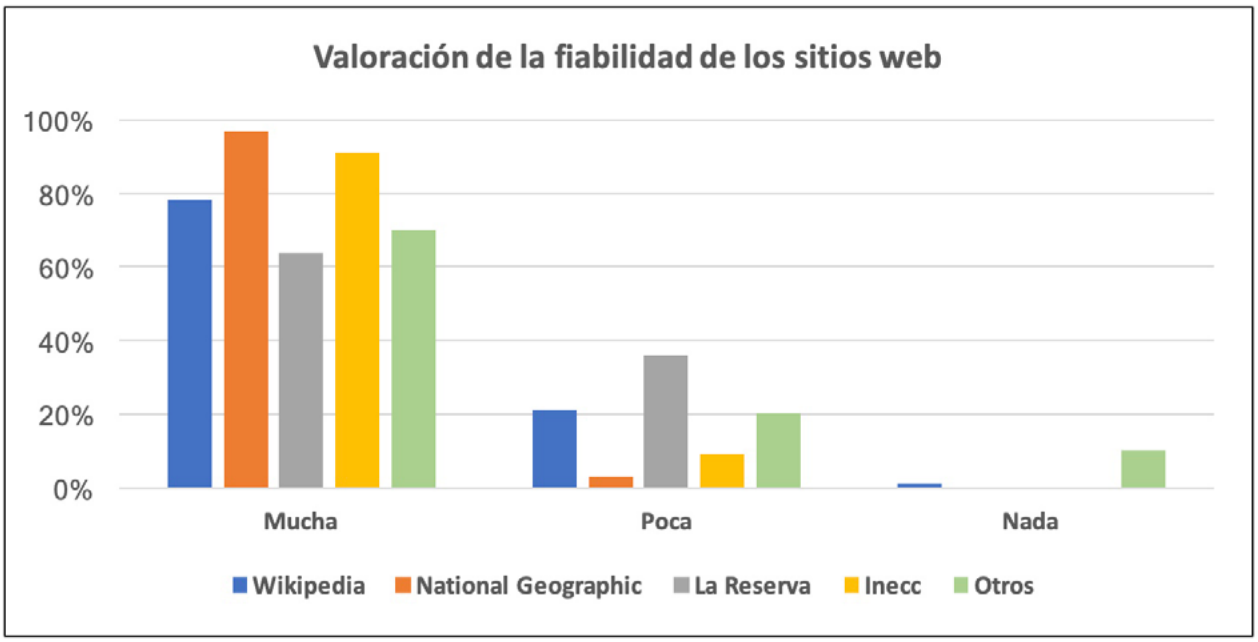


Figura 5. Valoración de la fiabilidad

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Podemos afirmar que, si bien nuestros participantes se mostraban habituados al uso de dispositivos tecnológicos e Internet, no han adquirido todo el nivel de desempeño en sus competencias respecto al que sería deseable, sobre todo desde un punto de vista de su alfabetización científica.

Se han apreciado carencias y un nivel básico en la reflexión que realizan en torno al proceso de búsqueda (elección de los términos de búsqueda, de la herramienta, revisión del proceso seguido…). Si la capacidad de obtener una información relevante para el tópico científico buscado forma parte de la práctica científica, no resulta ortodoxo que la información extraída de Internet se haga sin procesos de reflexión al elegirla, basándose en la posición de buscadores o en la popularidad de una fuente.

Por otro lado, la capacidad para valorar la información, en la que han exhibido múltiples dificultades, es una de las competencias digitales del área de información que mayor relación guarda con la actividad científica, puesto que requiere indagar en su procedencia y procedimientos para generarla.

Del mismo modo, esta subcompetencia permite diferenciar la información científica de otras aproximaciones o tipos de información alejadas de la ciencia, como pueden ser las pseudociencias, o el uso de la ciencia de forma sesgada para emplearla en publicidad, en política, etc. Esto requiere una comprensión sobre cómo la ciencia elabora su conocimiento y sobre cómo lo comunica, y por ello debe formar parte de la educación científica que se proporciona a todo ciudadano.

No cabe duda de que el desarrollo y adquisición de estas competencias es un proceso complejo que implica

diferentes conocimientos, destrezas y actitudes y se necesita reiteración en las acciones escolares llevadas a cabo en las aulas de ciencias y proporcionar los contextos y directrices adecuadas para su desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, A., España, E., González, F.J y Franco, A.J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164-198.

Carretero, S., Vuorikai, R. y Punie, Y. (2018). *DigComp 2.1 The Digital Competence Framework for Citizens. With eight proficiency levels and examples of use*. EUR 28558 EN, doi:10.2760/38842

Colwell, J., Hunt, S. y Reinking, D. (2013). Obstacles to Developing Digital Literacy on the Internet in Middle School Science Instruction. *Journal of Literacy Research*, 45(3), 295-324.

Julien, H. y Barker, S. (2009). How high-school students find and evaluate scientific information: A basis for information literacy skills development. *Library & Information Science Research*, 31, 12-17.

OECD (2015). Students, Computers and Learning: Making the Connection. Country note Spain. Obtenido de: http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-students-computers-spain.pdf

Revuelta, G. y Corchero, C. (2015). Acceso a la información sobre ciencia y tecnología: evolución e implicaciones. En Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Ed.) *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2014*, (pp. 99-130). Madrid: FECYT.

Spernjak, A. y Sorgo, A. (2018). Outlines for science digital competence of elementary school students. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. Opatija: Croacia.

Valverde-Crespo, D. (2018). *Competencia digital de estudiantes de física y química en Educación Secundaria Obligatoria: un estudio diagnóstico en el área de información sobre la temática de las reacciones químicas* (Tesis Doctoral). Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Murcia.

Valverde-Crespo, D. Y González-Sánchez, J. (2018). Contribución curricular desde la asignatura Física y Química al desarrollo de la competencia digital en la Educación Secundaria Obligatoria. En Martínez-Losada, C. y García-Barros, S. (Eds.) *Actas de los 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1049-1054). A Coruña: Universidade A Coruña.

Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A. y González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2105.

Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A. y González-Sánchez, J. (2020). La información científica de Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1101.

CO.10 La problemática del Mar Menor: una aproximación divulgativa a través del Museo de la Ciencia y el Agua

Mario Jiménez Ruiz, Antonio De Pro Bueno

Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. m.jimenezruiz@um.es

RESUMEN

La muerte de toneladas de peces, moluscos y crustáceos en el Mar Menor en octubre de 2019 hizo saltar las alarmas de un problema anunciado sin descanso por la comunidad científica durante más de tres décadas. Con este trabajo, se pone en perspectiva el punto de vista que tienen los escolares visitantes del Museo de la Ciencia y el Agua de Murcia sobre las causas y las consecuencias de dicha problemática medioambiental. Diseñando un cuestionario ad hoc para una muestra de escolares de entre 10 y 14 años, los resultados indican que, por lo general, los escolares están informados, concienciados y en parte esperanzados con la recuperación del Mar Menor. Junto al resto de resultados nos lleva a concluir que es necesario reafirmar el efecto que también tienen la edificación y la ganadería, así como tratarlo como un problema medioambiental global fuera de la Región.

Palabras clave: Mar Menor, educación no formal, educación ambiental, museos de ciencia, divulgación científica

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de treinta años, se han ido evidenciando los cambios producidos en el Mar Menor (Murcia, España) como consecuencia de las actividades humanas, modificando este ecosistema en lo que conocemos hoy día: una laguna eutrófica, contaminada e hipersaturada de nitratos y fosfatos. Aunque se viene advirtien-

do desde hace tiempo, el momento culmen de preocupación por su estado ha sido a partir de la llamada "sopa verde" en mayo de 2016 y la impactante muerte de más de tres toneladas de peces, crustáceos y bivalvos en octubre de 2019.

Figura 1. Muerte masiva de peces en el Mar Menor (12/10/19). Extraída del diario El País

Esta singular laguna poco profunda hipersalina con una biodiversidad adaptada a dicho ecosistema ha ido sufriendo cambios y procesos que han derivado en esta situación que, tal y como explican Velasco, Pérez-Ruzafa, Martínez-Paz y Marcos (2018), son principalmente:

1. El cambio en los métodos agrícolas, de cultivo de secano a plantaciones de regadío, provocando entradas masivas de nitratos, bien por escorrentías o por filtraciones al acuífero, o la minería, ya en desuso, que provoca puntuales vertidos de metales pesados.

2. El impacto del turismo y el crecimiento urbano, con vertidos de aguas residuales (fosfatos), la modificación del terreno con la apertura de canales o golas, disminuyendo la salinidad y favoreciendo la llegada de especies invasoras, o destrucción de tradicionales artes pesqueras.

El exceso de nitratos y fosfatos hizo aumentar en 2016 el nivel de materia orgánica en la laguna y, por tanto, provocó la proliferación masiva de fitoplancton, elevando la turbidez (sopa verde), bloqueando la luz solar y haciendo desaparecer el 85 % de la vegetación (Ruiz Fernández et al., 2019).

Aunque la presencia de medusas, antiguamente desconocidas en este ecosistema y no retiradas anualmente desde hace pocos años debido a su dieta basada en fitoplancton, mantuvo la situación crítica mientras se planteaban medidas urgentes que nunca llegaron, la gota fría (DANA) de septiembre de 2019 desequilibró finalmente el frágil ecosistema, con lluvias en la zona de más de 200 l/m^2 en un día o más de 100 l/m^2 en una hora (AEMET, 2019). Esta entrada masiva de agua dulce menos densa formó una capa en el fondo de agua salada anóxica debido a la descomposición de las algas. Días más tarde, con la aparición de vientos, se mezclaron ambas capas, asfixiando a toda fauna, sobre todo, de la zona noroeste del Mar Menor, en Lo Pagán y San Pedro del Pinatar, y matando a miles de peces el 12 de octubre de 2019.

Este problema sigue a día de hoy siendo arma arrojadiza política, sin ser capaces de acordar medidas tanto ecológicas como económicas para solventar urgentemente el problema. Si bien conforme pasan los días, la situación se vuelve más irrecuperable, son muchos los que ya lo dan por insalvable. Sin embargo, la sociedad en su conjunto sigue dando ejemplo de su mensaje en pos de salvar dicho ecosistema, surgiendo movimientos desde distintos ámbitos, desde divulgativos en redes como MarMenorKO (2020), o desde la educación, como el proyecto "El Mar Menor de los Niños" del CEIP La Asomada de Cartagena (2020). A pesar de todas dichas iniciativas, se hace también evidente un aumento de la desinformación en la sociedad en cuanto a los motivos reales de este desastre medioambiental.

Figura 2. Iniciativa organizada por Pinatar Natura y escolares de San Pedro y Cartagena. Extraída del diario La Opinión

Otra forma de tratar a nivel divulgativo esta problemática es a través de contextos no formales, como son los museos de ciencias. Es en estos contextos donde se produce, en los escolares visitantes, una experiencia motivadora y que perdura en la memoria mucho tiempo después de la visita (Fernández, 2009). Estos entornos "colaboran para satisfacer y lograr determinados objetivos educativos" (Arbués y Naval, 2014), y donde la información y el aprendizaje no surge de manera estructurada, sino que viene determinada principalmente por la curiosidad e intereses personales de cada visitante (Nájera, 2010).

En el caso de la investigación presente, este contexto se trata del Museo de la Ciencia y el Agua (MCYA) de Murcia, y en concreto, la exposición "Una mirada al Mar Menor". Esta exposición está basada en "29 fotografías en papel y más de 200 fotografías en formato audiovisual" (MCYA, 2020) sobre distintas especies presentes en el Mar Menor.

Surge pues la oportunidad de hacer uso de dichas fotografías para poder divulgar y acercar dicho problema de una manera distinta a la enseñanza formal. Esta investigación tiene por tanto como objetivo analizar el punto de vista que tienen los escolares visitantes acerca de las causas y consecuencias de este problema medioambiental. De esta manera, se podrá focalizar en cuáles son las ideas previas o aspectos erróneos más frecuentes que los escolares expongan y así poder adaptar y mejorar la guía para evitar dicha desinformación.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó entre los meses de Diciembre de 2019 y Febrero de 2020 con distintos grupos de escolares visitantes del MCYA pertenecientes a 5º y 6º de Primaria y 1º de Educación Secundaria Obligatoria, siendo éstos los cursos más frecuentes en dicho Museo. La muestra finalmente fue de 154 escolares con edades comprendidas (véase Tabla 1) entre 10 y 14 años (M = 11.57, DT = 0.914), con un porcentaje de alumnas del 42.2 % y el restante 57.8 % de alumnos.

Tabla 1. Muestra de escolares según la edad

EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
10	23	14,9
11	39	25,3
12	76	49,4
13	13	8,4
14	3	1,9

Para la recogida de información, se diseñó un cuestionario ad hoc, el cual un par de expertas (Mª Reyes Esparza Martínez, educadora en Educación Primaria, y María José González López, educadora del MCYA) valoraron la inteligibilidad y pertinencia de los ítems siguientes:

I1. Datos etnográficos (Edad (I1.1), Género (I1.2), Curso académico (I1.3) y Centro (I1.4))

I2. Motivación hacia las Ciencias (De 1 a 10, ¿cuánto dirías que te gustan las Ciencias?)

I3. Tiempo de visita al Mar Menor (¿Cuántos meses hace que no has ido a la zona del Mar Menor?)

I4. Conocimiento o no de la problemática (¿Conoces el problema que hay con el Mar Menor?)

I5. Medios de información sobre ésta (Si has respondido Si, ¿dónde has visto esa información? Rodea una o varias opciones: en la televisión; en internet; en el periódico, revistas,...; en casa (padres, herman@s,...); en el cole; en otro sitio)

I6. Afirmaciones sobre causas y consecuencias (A continuación, encontrarás una serie de frases acerca de la problemática con el Mar Menor con las que puedes estar de acuerdo o en desacuerdo. Rodea la opción que más se parezca a tu forma de pensar)

- **I6.1.** El Mar Menor está en una situación irrecuperable
- **I6.2.** Podemos realizar pequeñas acciones cada uno para salvar el Mar Menor
- **I6.3.** La situación de muerte de los peces fue provocada únicamente por las fuertes lluvias (gota fría o DANA)
- **I6.4.** Los edificios cerca del Mar Menor no influyen en cómo está hoy
- **I6.5.** Especies como la nacra, caballitos o posidonia se pueden extinguir por este problema
- **I6.6.** La situación del Mar Menor se puede solucionar
- **I6.7.** Las medusas huevo frito limpian el Mar Menor por lo que no debemos quitarlas
- **I6.8.** La agricultura ha provocado todo el problema
- **I6.9.** Debemos hacer todo lo posible para recuperar el Mar Menor
- **I6.10.** Los animales del Mar Menor volverán cuando se arregle
- **I6.11.** Las granjas de cerdos, vacas,... no tienen culpa en este problema

I7. Aportaciones personales para solventarla (Escribe con tus palabras 3 medidas que tú harías para mejorar el estado del Mar Menor)

En el ítem relativo a las afirmaciones, se utilizó una escala tipo Lickert de 5 niveles (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo), añadiendo pequeños emoticonos para hacer más accesible y legible dicha escala para estas edades. Para el vaciado y el análisis de los resultados se ha utilizado el programa estadístico SPSS v.21 y para la elaboración de gráficas el programa Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS

Previo a analizar los resultados, hallamos dos variables adicionales:

- Número de medios de información, calculado a partir del número de medios marcados en el ítem I5.
- Visión sobre la recuperación del Mar Menor, calculada sumando los valores numéricos de los ítems I6.1 e I6.6 (invirtiendo los valores de éste último).

Comprobaremos a continuación si alguna variable se distribuye normalmente. Realizando las pruebas de normalidad en las variables de razón o intervalo, a saber, "Edad" , "Nº de medios" y "Visión sobre la recuperación", corroboramos que ninguna se distribuye normalmente, todas con p<.000. Dado que el resto de ítems no cumplen los criterios de parametricidad, se realizarán análisis no paramétricos.

Analizando los resultados por ítems, se observa que la motivación media hacia las Ciencias de los escolares es de 7.31 (DT = 2.183) y que existe una correlación negativa media significativa (r = .310, p <.000) de dicha variable con la edad. Adicionalmente, un 75.3% afirma que no ha ido al Mar Menor previo al 12 de Octubre y el restante 23.4% ha visitado la zona después.

Por otra parte, un 84.9% conoce la problemática del Mar Menor, habiéndose informado principalmente a través de la televisión (70.1%) e Internet (46.5%), seguido de en casa a través de familiares (29.9%), en el colegio/instituto (22.0%) y periódicos o revistas (15.0%). Además un 4.7% expuso que se había informado observándolo presencialmente, un 1.6% a través de amigos y otro 1.6% a través del trabajo de sus padres. En relación al número de medios de información (M = 1.57, DT = 1.246), se detecta una correlación positiva media significativa (r = .316, p <.000) con el curso del encuestado, sin embargo, no se observa vinculación con respecto a la motivación hacia las Ciencias. Realizando una prueba de Kruskal-Wallis con esta variable y la procedencia del Centro, se percibe que conforme aumenta la distancia al Mar Menor del Centro escolar, disminuye la cantidad de información que los escolares reciben (K = 113.202, gl = 3, p < .000).

Centrándonos pues ahora en el ítem I6, respecto a las afirmaciones sobre las consecuencias y las causas, en la Figura 3 se muestran las frecuencias de respuesta de dicha variable.

Tal y como se puede observar, los ítems con los que se encuentran más de acuerdo los escolares son el I6.2 y el I6.9, mostrando la voluntad positiva de realizar iniciativas o acciones para que el Mar Menor se recupere.

Aunque por lo general, el resto de las respuestas coinciden con la información real de las causas y consecuencias principales, los ítems I6.4 e I6.11 muestran un pequeño desconocimiento de la influencia como causa del urbanismo y la ganadería.

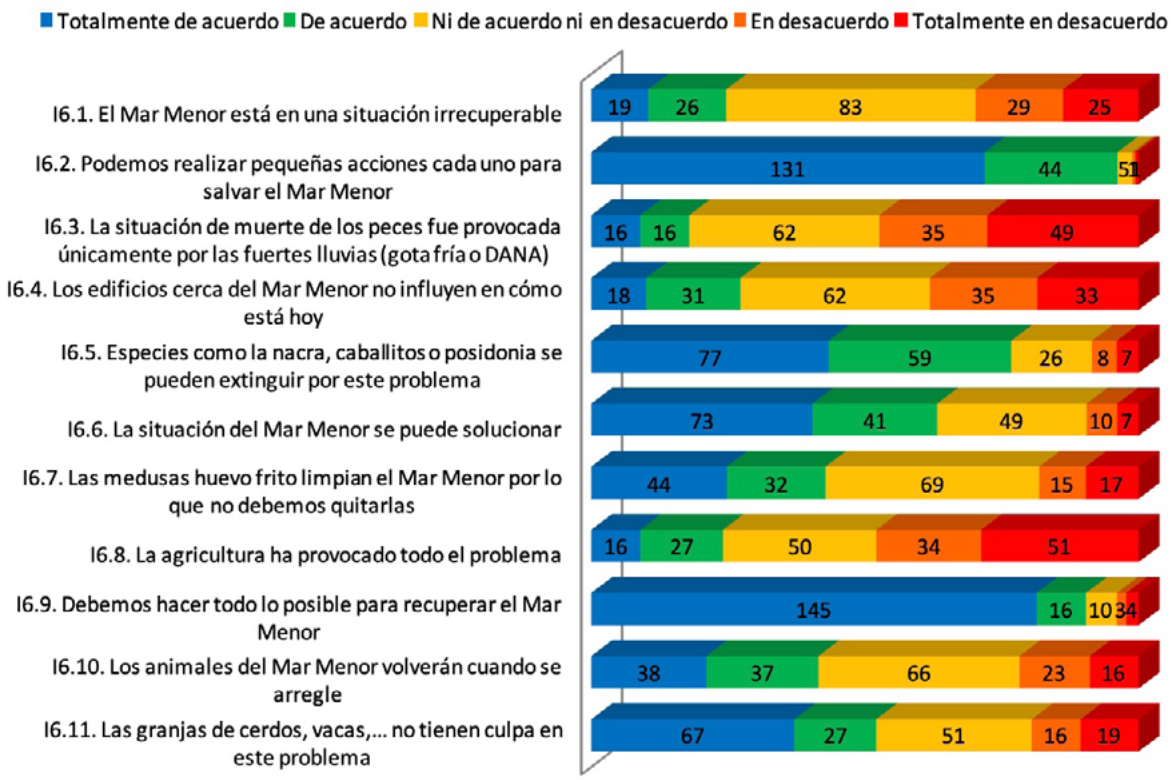


Figura 3. Frecuencias de respuesta a las afirmaciones del ítem I6

En relación a la variable calculada "visión sobre la recuperación del Mar Menor", la percepción de la posible recuperación es relativamente alta (M = 6.93, DT = 1.737). Se observa que existe una correlación negativa baja, con un error cercano al 7% (r = -.149, p = .066) con respecto al curso. Por otro lado, a pesar de que no son significativas, se pueden atisbar pequeños descensos de dicha percepción conforme aumenta la distancia del Centro al Mar Menor (Kruskal-Wallis; K = 2.243, gl = 3, p = .100) y con el número de medios de información (r = -.122, p = .135).

Por último, en la Tabla 1 se muestran las medidas propuestas por los escolares para mejorar el estado del Mar Menor del ítem I7. Al ser una pregunta abierta, se han categorizado en estas 31 respuestas, agrupadas en 5 bloques, según el tipo de medida propuesta.

Tabla 2. Medidas propuestas por los escolares

TIPO	MEDIDA	RECUENTO	%	% DEL TOTAL
Medidas sobre la contaminación	Limpiarlo (de basura, recogerla, de animales o plantas muertos, hacer campañas)	60	42.6%	40.48%
	No contaminarlo (evitar vertidos tóxicos, reducirla)	57	40.4%	
	Limpiar / depurar el agua (filtrarla, cambiarla, descontaminarla)	18	12.8%	
	Limitar las causas contaminantes (aeropuerto, seres humanos, agricultura, ganadería, barcos, minas)	11	7.8%	
	No usar / reducir el uso de pesticidas / fertilizantes en la agricultura	5	3.5%	
	Limpiar el fondo / barro	2	1.4%	
Medidas medioambientales generales	No tirar basura (plásticos, colillas, ensuciarlo)	57	40.4%	33.86%
	Reciclar / responsabilizarse de los desperdicios	37	26.2%	
	Cuidar todo lo posible (el Mar, nuestro planeta, el Medio Ambiente, no estropearlo más)	14	9.9%	
	Usar / comprar menos plástico (tiendas a granel)	12	8.5%	
	Usar el transporte público / otros medios (bicis, coches eléctricos)	3	2.1%	
	No hacer las necesidades en el mar	3	2.1%	
	Usar responsablemente el agua	2	1.4%	
Medidas de protección o prevención	No pescar / cazar animales (en peligro, reducirla)	20	14.2%	14.81%
	Respetar a los animales / plantas marinos	16	11.3%	
	Sacar a los animales y plantas que queden	11	7.8%	
	Intentar no ir / limitar el baño por un tiempo	3	2.1%	
	Controlar el estado del agua	3	2.1%	
	Impedir las inundaciones / llegada de agua dulce	2	1.4%	
	Limpiar las ramblas	1	.7%	
Medidas punitivas	Vigilar / multar a quien lo contamine	7	5.0%	3,70%
	Impulsar normas más restrictivas (pagar por ir)	5	3.5%	
	Investigar quien lo ha provocado / denunciarlos	2	1.4%	
Otras medidas	Añadir más animales / plantas	9	6.4%	7,14%
	Abrir los canales de entrada del Mar Mediterráneo	5	3.5%	
	Impulsar medidas económicas / políticas (Gobierno)	3	2.1%	
	Modificar / reducir la edificación	3	2.1%	
	Cerrar los canales de entrada del Mar Mediterráneo	2	1.4%	
	Esperar a que se solucione solo	2	1.4%	
	Eliminar especies invasoras	2	1.4%	
	Aumentar la publicidad divulgativa (carteles)	1	.7%	

Como se puede advertir, la mayoría opta por soluciones basadas en la descontaminación o su disminución, con un 40.48%, seguido de medidas medioambientales generales basadas en la vida diaria (33.86%) o en medidas de protección del ecosistema o prevención de su empeoramiento (14.81%). En general, casi todas las medidas son de invención propia de los escolares y positivas, pero destacan algunas medidas propuestas por la comunidad científica, como reducir al mínimo las causas contaminantes, impulsar medidas económicas y políticas o cerrar las golas. Adicionalmente, existen otras propuestas de escasa o nula base científica, como abrir las golas, añadir más animales/plantas o limpiar el fondo.

CONCLUSIONES

Habiéndonos marcado como objetivo analizar el punto de vista de los escolares sobre la problemática del Mar Menor, hallamos que la mayoría de estudiantes disponen de información previa en gran parte a través de la educación no formal, reafirmando nuestra fórmula de acercar este asunto de forma trasversal y para todos los públicos en el Museo. De entre las ideas previas que se deben corregir, es la falta de conocimiento sobre la influencia de la ganadería y el urbanismo en esta cuestión, motivo por el cual debemos hacer hincapié en los múltiples factores que han desencadenado esta situación.

Por otro lado, un factor común que hemos encontrado ha sido la edad o el curso, ya que conforme ésta o éste aumentaba, se incrementaba la información disponible pero disminuía la esperanza de la recuperación del Mar Menor, llevándonos a concluir que los escolares de más edad se acercan más hacia esa visión de irrecuperabilidad, sin influir en ésta la motivación que tuvieran hacia las Ciencias, dato que se puede considerar inesperado.

Otro aspecto a tener en cuenta ha sido que, en general, los escolares visitantes procedentes de la Región están más concienciados sobre el problema que los de otras provincias o comunidades. Dado que el MCYA recibe muchos visitantes externos a la Región, es acuciante mostrar que éste no es un problema sólo local, sino que afecta a toda la población como catástrofe medioambiental global.

En cuanto a las medidas propuestas, como ya hemos destacado previamente, pone en valor la concienciación en los escolares de cómo pueden individualmente actuar para aliviar dicha situación, aunque sería importante focalizar en la información aportada en las sugerencias realizadas por la comunidad científica.

Todos estos componentes influirán pues en la forma de transmitir y aproximar dicha problemática, no sólo para los educadores del MCYA, sino para todos los docentes que se planteen enseñar cómo se ha llegado a esta situación y sus formas de solventarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arbués, E., y Naval, C. (2014). Los museos como espacios de aprendizaje desde la perspectiva del profesorado. *Education Sciences & Society*, *5*(2), 35–56. Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?q=Los+museos+como+espacios+de+aprendizaje+desde+la+perspectiva+del+profesorado&btnG=&hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0,5

Fernández, G. (2009). Museos de ciencia interactivos: ¿ciencia o arte? *Revista de Museología*, *44*, 22–29. Disponible en: https://bit.ly/2Y7BH8X

AEMET. (2019). *Avance climatológico mensual. Septiembre 2019 en la Región de Murcia*. Disponible en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?k=mur&w=1

El Mar Menor de los niños. (s.f.). Inicio [página de Facebook]. Consultado el 10 de Febrero de 2020 en https://www.facebook.com/NuestroMarMenor/

Ferrán, J. (2020, 3 Febrero). 500 niños de San Pedro y Cartagena marchan por un “Mar Menor vivo”. *Diario La*

Opinión de Murcia. Disponible en: https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2020/02/04/500-ninos-san-pedro-cartagena/1088234.html

Mar Menor KO. (s.f.). Tweets [perfil de Twitter]. Consultado el 10 de Febrero de 2020 en https://twitter.com/MarmenorKO

Museo de la Ciencia y el Agua. (2020). *Una mirada al Mar Menor. Fotografías de Javier Murcia.* Disponible en: http://cienciayagua.org/exposicion/una-mirada-al-mar-menor-fotografias-de-javier-murcia/

Nájera, F. (2010). Los museos de ciencias, como una herramienta para superar algunos obstáculos epistemológicos de aprendizaje. *Latin-American Journal of Physics Education*, *4*(1), 4. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3699993&info=resumen&idioma=ENG

Ruiz Fernández, J. M., León, V. M., Marín Guirao, L., Giménez Casalduero, F., Alvárez Rogel, J., Esteve Selma, M. Á., … Martínez Fernández, J. (2019). *Informe de síntesis sobre el estado del Mar Menor y sus causas en relación a los contenidos de nutrientes.* Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337013055_INFORME_DE_SINTESIS_SOBRE_EL_ESTADO_ACTUAL_DEL_MAR_MENOR_Y_SUS_CAUSAS_EN_RELACION_A_LOS_CONTENIDOS_DE_NUTRIENTES

Vadillo, V. (2019, 12 Octubre). Retiradas tres toneladas de peces muertos en el Mar Menor. *El País.* Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2019/10/14/actualidad/1571055035_567032.html

Velasco, A. M., Pérez-Ruzafa, A., Martínez-Paz, J. M., & Marcos, C. (2018). Ecosystem services and main environmental risks in a coastal lagoon (Mar Menor, Murcia, SE Spain): The public perception. *Journal for Nature Conservation*, *43*(November 2017), 180–189. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.11.002

CO.11 Desempeños del alumnado y uso del conocimiento epistémico en el diseño y justificación de un experimento sobre seguridad alimentaria

Lucía Casas Quiroga y Beatriz Crujeiras Pérez

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela.
E-mail: l.casas.quiroga@usc.es

RESUMEN

En este trabajo se examinan los desempeños de pequeños grupos de estudiantes de secundaria en relación con el diseño de un experimento y su justificación para la resolución de un brote infeccioso relacionado con la alimentación y basado en un caso real. También se examinan los aspectos epistémicos relativos a la reflexión sobre la importancia del diseño experimental. Para la toma de datos se recogen las producciones escritas de cada grupo. Para el análisis se elabora una rúbrica en interacción con los datos recogidos y una categorización de los aspectos epistémicos promovidos por la actividad. El análisis de los datos muestra un desempeño irregular de los grupos en el diseño del experimento y su justificación, mientras que, entre los aspectos epistémicos catalogados para la importancia del diseño experimental, destaca la importancia de evitar errores en la medición.

Palabras clave: seguridad alimentaria; indagación; argumentación; educación secundaria

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos de la educación científica actual es el de promover una enseñanza y aprendizaje de las ciencias coherente con la forma en la que se construye el conocimiento científico. En esta línea se basa el enfoque del aprendizaje a través de las prácticas científicas (NRC, 2012), que implica participar en el trabajo de construir el conocimiento en ciencias y de comprender por qué se elabora, prueba, evalúa y refina dicho conocimiento de la forma en que se hace (Reiser, Berland y Kenyon, 2012).

Las prácticas científicas se basan en las tres grandes esferas en las que se organiza el trabajo científico: investigación, evaluación y elaboración de explicaciones (NRC, 2012) y que se corresponden con las tres competencias científicas que se examinan en las evaluaciones PISA (OCDE, 2016). Este trabajo científico requiere de la realización de actividades en las que a menudo se integran dos o incluso las tres esferas a la vez (NRC, 2012).

En este estudio nos centramos en la práctica científica de la investigación, aunque también se abordan aspectos de la evaluación. La investigación comprende aspectos como la formulación de preguntas, identificación de problemas o la planificación y puesta en práctica de investigaciones. Esta práctica se corresponde con la competencia de evaluar y diseñar indagaciones científicas. A efectos de investigación nos referimos a ella como práctica de indagación.

La evaluación comprende operaciones como la selección de pruebas adecuadas, la comparación de explicaciones alternativas o la elaboración de argumentos a partir de pruebas. Se corresponde con la competencia de interpretar datos y pruebas científicamente y a efectos de investigación nos referimos a ella como argumentación (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017).

En este trabajo, las prácticas de indagación y argumentación se abordan de forma conjunta en la implementación de una tarea que requiere el diseño de un experimento para la resolución de un caso real sobre seguridad alimentaria. A efectos de análisis, se evalúan ambas prácticas.

Además de las operaciones específicas asociadas a cada práctica científica, el aprendizaje a través de la indagación y la argumentación de forma integrada permite a los estudiantes adquirir el conocimiento, las destrezas y las disposiciones que son necesarias para convertirse en pensadores independientes y aprendices de por vida; así como aumentar su interés por la ciencia (Llewellyn, 2012).

Algunas dificultades que presenta el alumnado en el desarrollo de estas prácticas pueden estar asociadas a la falta de conocimiento epistémico sobre los aspectos implicados en cada práctica científica. Por conocimiento epistémico entendemos la comprensión de los constructos y características definitorias de la ciencia y como estas pueden utilizarse para justificar las conclusiones científicas (OCDE, 2016). Así, respecto a las dificultades asociadas a la práctica de argumentación, Duschl (2008) y Sandoval y Çam (2011) señalan la falta de comprensión sobre el significado de dato, prueba, conclusión y argumento coherente. Además, Berland y Crucet (2016) indican que cuando el alumnado participa en la indagación debería a su vez, desarrollar una comprensión sofisticada sobre lo que se considera un argumento de calidad. A la hora de promover el desarrollo de este tipo de conocimiento, coincidimos con Sandoval (2014), quien considera que este se manifiesta a través de las acciones, decisiones y razonamientos del alumnado y, por tanto, es necesario evaluarlo dentro de la propia práctica, en este caso en una actividad de indagación y argumentación.

En este sentido, Berland et al. (2016) proponen un marco denominado Epistemologías en Práctica (EIP) que se centra en dos aspectos: 1) los objetivos epistémicos para la construcción de conocimiento; y 2) y la comprensión epistémica sobre cómo participar en estas prácticas científicas.

Además de esta propuesta, existen estudios empíricos que ponen de manifiesto la contribución del conocimiento epistémico al aprendizaje de las ciencias a través de las prácticas científicas y viceversa. Así, Ryu y Sandoval (2011) examinan el potencial de una secuencia centrada en la argumentación para mejorar la com-

prensión del alumnado sobre los criterios epistémicos fundamentales para la argumentación. Los resultados muestran que el uso de criterios como la articulación de conclusiones causales claras y coherentes, así como la justificación explícita de esas conclusiones con pruebas adecuadas permite al alumnado mejorar en la construcción y evaluación de argumentos.

En nuestro trabajo examinamos la perspectiva disciplinar del conocimiento epistémico (Kelly, McDonald y Wickman, 2012) implicado en la integración de las prácticas de indagación y argumentación. Esta perspectiva pretende examinar, a grandes rasgos, la comprensión de las razones y las bases probatorias del conocimiento conceptual y de los modelos (Kelly y Licona, 2018).

Los objetivos de investigación que guían la investigación son los siguientes:

1. Analizar los desempeños del alumnado relativos al inicio de un diseño experimental para establecer la causa de un brote infeccioso en el contexto de la seguridad alimentaria y a las justificaciones aportadas para la realización de dicho diseño.

2. Examinar los aspectos epistémicos que el alumnado tienen en cuenta en el diseño de las investigaciones.

METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en la investigación cualitativa, en particular en el análisis del contenido, concretamente en la descripción sistemática del significado del material objeto de análisis a través de su clasificación en categorías dentro de un marco de codificación (Schreirer, 2012).

Los participantes son 13 estudiantes de 4º de ESO y 10 estudiantes de 1º de BAC, de un instituto urbano y trabajando en pequeños grupos de 3-5 estudiantes. La secuencia de actividades se implementa en la materia de "Biología y Geología".

DISEÑO DE LA TAREA

La actividad se realiza en una única sesión de 50 minutos y consta de dos partes. En esta comunicación analizamos la primera parte, en la cual se presenta una cronología sobre el síndrome urémico/hemolítico ocurrido en Alemania en el año 2011. En ella se narran los acontecimientos ocurridos en los primeros días tras la aparición del brote: el incremento en los casos de diarrea hemorrágica asociada a la bacteria E. coli., la rápida respuesta por parte de autoridades alemanas para señalar un culpable (pepinos españoles y holandeses) y el cuestionamiento de esas afirmaciones con la aparición de nueva información. Tras la introducción de este contexto, el alumnado debe plantear un experimento para descubrir la causa del brote, indicando las muestras que habría que comparar, la muestra del cuerpo humano más adecuada para el experimento (orina, sangre, heces...) y la cepa de bacterias que pudo ser la causante del brote. Como datos se aportan un informe médico de una persona afectada por el brote e información sobre las diferentes cepas de la bacteria E. coli (células a las que afecta, peligrosidad...). El alumnado debe justificar las decisiones tomadas, y también valorar la importancia del diseño experimental antes de realizar un experimento.

HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para examinar los desempeños del alumnado en el diseño de la investigación y su justificación, se construye una tabla con las respuestas de referencia correspondientes al desempeño de cada práctica científica. Estas respuestas se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Respuestas de referencia para la primera parte de la actividad

INDAGACIÓN	ARGUMENTACIÓN
Selección muestras experimento: Pepino español, pepino holandés, cultivos de soja y muestra humana	- Los pepinos españoles y holandeses son señalados por las autoridades alemanas como causantes del brote, mientras que los empresarios afirman lo contrario. - Los cultivos de soja son sospechosos por la aparición de síntomas entre clientes de un restaurante que consumieron este producto. - Los productos analizados han de ser comparados con la muestra de una persona enferma para estudiar posibles coincidencias.
Selección muestras cuerpo humano: Heces	- Según los datos proporcionados sobre las diferentes cepas de la bacteria E. coli, varias pueden provocar enfermedades del tracto digestivo, siendo la diarrea uno de los síntomas más comunes. - Según el informe médico, la diarrea es uno de los síntomas de las personas afectadas por el brote.
Selección cepa bacteria causante del brote: Escherichia coli enterohemorrágica (EHEC)	-La sintomatología de la paciente descrita en el informe médico coincide con los síntomas provocados por la EHEC (diarrea hemorrágica y fallo renal) -Podemos asegurar que EHEC es la causante del brote si encontramos la misma cepa en el alimento y en la muestra humana.

A partir de las respuestas de referencia y en comparación con las del alumnado se elabora una rúbrica de tres niveles, que se describe en la tabla 2.

Tabla 2. Rúbrica para la evaluación de las respuestas del alumnado en relación con las prácticas científicas de indagación y argumentación. Leyenda: I-indagación; A-argumentación.

		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Muestras experimento	I	Se seleccionan dos o menos muestras correctas Se incluyen muestras inadecuadas	Se seleccionan más de dos muestras correctas Se incluyen muestras inadecuadas	Se seleccionan todas las muestras correctas No se incluyen muestras inadecuadas
	A	La respuesta no se justifica en absoluto o la justificación es errónea	La respuesta se justifica parcialmente; no se incluyen todos los datos proporcionados	Respuesta plenamente justificada
Muestra humana	I	No se selecciona la muestra correcta	Se selecciona la muestra correcta y se incluye alguna muestra a mayores	Se selecciona la muestra correcta
	A	La respuesta no se justifica en absoluto o la justificación es errónea	La respuesta se justifica parcialmente; no se incluyen todos los datos proporcionados	Respuesta plenamente justificada

		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Cepa bacteria	I	No se selecciona la cepa correcta	Se selecciona la cepa correcta y se incluye alguna cepa a mayores	Se selecciona la cepa correcta
	A	La respuesta no se justifica en absoluto o la justificación es errónea	La respuesta se justifica parcialmente; no se incluyen todos los datos proporcionados	Respuesta plenamente justificada

Para el análisis de los aspectos epistémicos, se examinan aspectos a los que el alumnado otorga importancia en el diseño de una investigación para llegar a considerar aceptable el conocimiento obtenido. Estos aspectos se describen a continuación:

Fiabilidad: repetir un experimento en las mismas condiciones.

Incertidumbre: evitar errores en la medición.

Control de variables: evitar la influencia de factores ajenos al experimento.

Objetividad: autoridad de las pruebas para sacar conclusiones.

Coherencia: realizar un diseño que permita aceptar o rechazar la hipótesis

RESULTADOS

Desempeños del alumnado en el diseño de investigaciones y su justificación

En el caso de la práctica científica de la indagación se estudió el planteamiento del diseño experimental de cada uno de los seis grupos que participaron en el estudio. La clasificación de las respuestas del alumnado se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de las respuestas de los pequeños grupos (A-F) en relación con la práctica científica de indagación

	GRUPO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Muestras experimento	E	A, B, C, D, F	-
Muestra humana	A, F	D	B, C, E
Cepa bacteria	B	-	A, C, D, E, F

En el caso de la selección de muestras del experimento, cinco de los seis grupos se sitúan en un nivel 2, y uno de los grupos en el nivel 1. Dentro de los grupos de nivel 2, tres de ellos seleccionan correctamente todas las muestras adecuadas, pero incluyen una muestra a mayores que no se corresponde con los datos proporcionados. En cuanto a la selección de la muestra humana más adecuada, tres grupos se sitúan en un nivel 3, seleccionando únicamente la muestra de heces, un grupo de sitúa a nivel 2 planteando diferentes posibilidades y dos a nivel 1. Por último, con la selección de la cepa de la bacteria que podría causar el brote, cinco grupos se sitúan en nivel 3, mientras que uno de los grupos está a nivel 1, ya que no se decanta por ninguna de las cepas de bacterias.

Para la práctica científica de argumentación, se estudiaron las justificaciones aportadas por los grupos de estudiantes y se clasificaron de acuerdo con la rúbrica correspondiente. Estos resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de las respuestas del alumnado en relación con la práctica científica de argumentación

	GRUPO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Muestras experimento	B, D, E, F	A, C	-
Muestra humana	A, B, E, F	C, D	-
Cepa bacteria	B, F	A, E	C, D

En relación con la selección de muestras del experimento, dos de los grupos se sitúan a nivel 2, con una justificación parcial de la respuesta, mientras que los restantes se sitúan en un nivel 1. A continuación, se recogen dos ejemplos de respuestas a diferentes niveles.

Grupo A (Nivel 2) "Cogemos las muestras de los tres pepinos procedentes de diferentes lugares y comparamos, posteriormente cogemos la soja utilizada en el restaurante y finalmente una muestra de sangre para analizar y comparar y así descubrir cuál de las muestras contiene la bacteria E. coli causante de este brote infeccioso."

Grupo D (Nivel 1) "Para saber de qué alimento procede el patógeno."

El grupo A no menciona porqué escoge esas muestras en concreto, pero sí hace referencia a la necesidad de comparar la muestra humana con los diferentes alimentos para confirmar cuál de ellos coincide con la muestra humana. El grupo D no hace alusión a la necesidad de comparar las muestras ni al porqué de su selección.

En relación con la selección de la muestra humana, dos de los grupos se sitúan a un nivel 2, mientras que cuatro grupos permanecen en nivel 1. A continuación se presentan dos ejemplos de respuestas a diferentes niveles.

Grupo C (Nivel 2) "En los pacientes se diagnosticó diarrea hemorrágica persistente."

Grupo B (Nivel 1) "Porque en los análisis se revela información más específica."

El grupo C hace referencia a la sintomatología descrita en el informe médico para justificar la elección de la muestra "heces", mientras que el grupo B, habiendo seleccionado la misma muestra, sólo hace referencia a la obtención de información más específica.

En relación con la selección de la cepa de la bacteria causante del brote, dos grupos aportan una justificación completa, dos una justificación parcial y dos no justifican la respuesta en absoluto. A continuación, se recogen ejemplos para diferentes niveles de respuesta. No se muestra el nivel 1, ya que en ambos grupos hay una ausencia de justificación.

Grupo C (Nivel 3) "La cepa EHEC, porque afecta a las células renales y según el diagnóstico los pacientes presentaban síndrome urémico-hemolítico. Comparando la bacteria que proviene del paciente con la del alimento nos aseguramos si proviene de ahí."

Grupo E (Nivel 2) "La EHEC porque produce insuficiencia renal, colitis hemorrágica y una variedad grave de diarrea. Analizamos lo que consumió el paciente y las heces."

La diferencia entre los grupos C y E es que el grupo C establece una relación entre las características de la

bacteria y la sintomatología de la paciente, mientras que el grupo E no hace alusión a dicha relación, aunque si identifica la información clave. En cuanto a la pregunta de cómo se puede confirmar el alimento que causa el brote, las respuestas son similares, aunque el grupo C habla de establecer una comparativa.

Análisis de los aspectos epistémicos relacionados con la práctica de indagación

Con este análisis se pretende realizar una aproximación a los aspectos a los que el alumnado concede más importancia en la realización de un diseño experimental.

Tres de los seis grupos (C, D y F) aluden a la importancia de un buen diseño experimental a la hora de evitar errores, haciendo hincapié en el seguimiento de unos pasos establecidos. Para el grupo B y el grupo D no se detecta ninguno de los aspectos epistémicos, pues la respuesta es muy general y no permite su adscripción a las categorías presentadas.

El grupo A y el grupo D introducen la eficacia como el mayor aporte del diseño experimental. El grupo D introduce el término directamente, mientras que el grupo A habla de realizar los pasos necesarios y optimizar el tiempo.

Conclusiones e implicaciones educativas

En esta propuesta, la argumentación y la indagación se abordan de forma integrada, lo cual obliga a los grupos de estudiantes a reflexionar sobre la toma de decisiones para el diseño del experimento.

En general, hay un mejor desempeño en los aspectos relacionados con la realización del diseño, y no su justificación. Grupos con resultados dispares en indagación (B, E y F) tienen malos resultados en argumentación. Hay grupos con resultados similares en ambas prácticas (A y D) y un grupo (C) que tiene el mejor desempeño en las dos prácticas científicas.

La práctica científica de la indagación se aborda de una manera parcial, ya que los estudiantes plantean el inicio de un experimento y realizan una predicción, pero el experimento no se llega a realizar. Esto limita la aparición de ciertos aspectos epistémicos relacionados con la práctica de indagación. Sin embargo, nos permite realizar una aproximación a la visión del alumnado sobre la importancia del diseño experimental, que después será completada con el análisis de la producción oral.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio está financiado por el proyecto EDU2017-82915-R del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (AEI/FEDER, EU).

REFERENCIAS (SELECCIÓN)

Berland, L. K., y Crucet, K. (2016). Epistemological Trade-Offs: Accounting for Context When Evaluating Epistemological Sophistication of Student Engagement in Scientific Practices. *Science Education*, *100*, 5-29.

Berland, L. K., Schwarz, C., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., y Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(7), 1082-1112.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Crujeiras B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En: Taber K.S., Akpan B. (Eds.) Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education. Rotterdam: Sense Publishers.

Kelly, G. J., McDonald, S., y Wickman, P-O. (2012). Science Learning and Epistemology. En B. J. Fraser, K. G. Tobin, and C. J. McRobbie (Eds.). Second International Handbook of Science Education (Volume 1, pp.

281-291). Dordrecht: Springer.

Llewellyn, D. J. (2012). Teaching high school science through inquiry and argumentation. California: Corvin Eds.

National Research Council (NRC) (2012). A framework for K12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas. Washington DC: National Academy Press.

Organisation for Economic and Cooperative Development (OECD) (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Paris: OECD Publishing.

Sandoval, W. A. (2014). Science education's need for a theory of epistemological development. *Science Education*, *98*(3), 383–387.

Sandoval, W. A. y Çam, A. (2011). Elementary children's judgments of the epistemic status of sources of justification. *Science Education*, *95*(3), 383-408.

Reiser, B. J., Berland, L. K. y Kenyon, L. (2012). Engaging Students in Scientific Practices of Explanation and Argumentation. *Science and Children*, *49*(8), 8-13.

Ryu, S. y Sandoval, W. A. (2012). Improvements to Elementary Children's Epistemic Understanding From Sustained Argumentation. *Science Education, 96*, 488-526.

CO.12 Control de la comprensión en problemas resueltos: diferencias entre problemas de ciencias y problemas de la vida diaria.

Carlos B. Gómez-Ferragud; Joan Josep Solaz-Portolés; Vicente Sanjosé.

Dirección de los autores. Grupo de investigación CDC y Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universitat de València. carlos.b.gomez@uv.es

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados de un estudio sobre control de la comprensión de problemas resueltos. Se utilizaron dos problemas de idéntica estructura matemática, pero con diferente contexto, uno de alta familiaridad (Colegio) y otro de baja familiaridad (Disolución). Mediante un software específico se recogieron datos sobre procesamiento y producto de una tarea concreta: estudiar el problema y su resolución, y reportar todo aquello que pareciera ilógico, inconsistente o erróneo. Estudiantes de máster de la rama científico-técnica participaron en el estudio. Deliberadamente se insertó un error algebraico en ambos problemas. Diferentes comportamientos de los estudiantes fueron tipificados según su comportamiento durante la tarea. La detección del error insertado fue mucho más baja en condición de baja familiaridad, pero la diferencia apareció solo en sujetos con menores habilidades de traducción algebraica. Los resultados ayudan a entender por qué los problemas en ciencias resultan más difíciles que en matemáticas.

Palabras clave: Didáctica de las ciencias; Control de la comprensión; Problemas resueltos; Familiaridad con el enunciado.

INTRODUCCIÓN

Una de las tareas más utilizadas por los profesores para evaluar la adquisición de competencias matemáticas y científicas es la resolución de problemas (Lorenzo, 2005; Greiff, Holt, y Funke, 2013). Los profesores, usualmente explican y resuelven un set de problemas de una temática determinada con el objetivo de que los estudiantes sinteticen las estructuras comunes y elaboren esquemas generales de resolución con los que resolver otros problemas en el futuro. La instrucción a partir de problemas resueltos es un método muy eficaz para mejorar la pericia de los estudiantes en este tipo de tareas (Renkl, 2014), sobre todo en resolutores novatos (van Gog y Rummel, 2010). En la fase de comprensión de problemas ejemplo, cada estudiante depende de su propio control metacognitivo para detectar obstáculos de comprensión y determinar si se va acercando a la meta prevista de aprendizaje. Si dicho control falla, el estudiante no pedirá ayuda y el docente no podrá ayudarlo hasta mucho después, cuando resuelva mal nuevos problemas.

Al detectar esos obstáculos de aprendizaje en sus alumnos, algunos profesores de ciencias los atribuyen causalmente a la falta de dominio matemático. En el presente trabajo se analiza esa posibilidad mediante la comparación del desempeño en problemas idénticos en contenido matemático que difieren en su contexto, bien de la vida diaria, bien de la ciencia.

Solaz-Portolés y Sanjosé (2006) demostraron que muchas de las dificultades de los estudiantes derivan de una comprensión deficitaria de los problemas. Comprender un problema implica la construcción de representaciones mentales en distintos niveles de abstracción, a partir de la información que proporciona el enunciado. Kintsch y Greeno (1985), propusieron un modelo de comprensión para el caso concreto de la resolución de problemas con enunciado. El modelo indica que comprender un problema implica la construcción de cuatro niveles de representación mental: nivel superficial o nivel léxico, base de texto o nivel semántico, modelo de la situación (MS) o nivel referencial, y modelo del problema (MP) o nivel abstracto. El modelo de la situación es el nivel donde, a partir de las conexiones e inferencias realizadas con los objetos y eventos descritos en el enunciado, se puede representar la situación problemática en términos del mundo real. El modelo del problema se construye en términos abstractos, lógico-matemáticos. La resolución de un problema implica la conexión coherente de MS y MP, en los procesos de traducción algebraica del enunciado, e Interpretación del resultado en términos de la situación descrita.

CONTROL METACOGNITIVO DE LA COMPRENSIÓN EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Cuando se resuelven problemas académicos se ponen en juego recursos tanto cognitivos como metacognitivos (Modestou y Gagatsis, 2010). Estos últimos son los encargados del establecimiento de los objetivos de la tarea, la organización de la información disponible, la evaluación de las diferentes posibilidades de resolución, la monitorización del proceso y la evaluación del resultado (Meijer, Veenman, y van Hout-Wolters, 2006). El conocimiento metacognitivo y el uso de estrategias metacognitivas han sido señalados como grandes predictores del éxito académico (Young y Fry, 2008; Koçak y Boyaci, 2010).

Para el caso concreto de la resolución de problemas, Lovett (2002) subraya la importancia del módulo metacognitivo, encargado de controlar, monitorizar y regular cada paso nuevo que se da en la navegación por el espacio del problema hacia la meta o solución. El resolutor debe evaluar si tras el paso dado, la meta está más accesible o menos. Algunos estudios han señalado las dificultades para monitorizar correctamente en diferentes tareas académicas relacionadas con la comprensión lectora o la resolución de problemas (Baars, Visser, Van Gog, de Bruin, y Paas, 2014; AUTORES, 2016).

La mayoría de evaluaciones del control metacognitivo de estudiantes se han llevado a cabo a través de técnicas de calibración y juicios de aprendizaje (Desoete y de Craene, 2019). Estas técnicas se centran, o bien en

las predicciones que hacen los estudiantes sobre su futuro rendimiento en una tarea, o bien sobre la posterior evaluación de una actividad ya realizada. Por ejemplo, Nelson y Fyfe (2019) han evaluado recientemente el control de la comprensión en estudiantes entre 7 y 10 años en tareas de resolución de problemas. Los autores encuentran bajos niveles de calibración debido a un exceso de confianza de los participantes. El mismo tipo de dificultades han sido encontradas también en estudiantes de educación secundaria (Baars, Van Gog, de Bruin y Paas, 2017).

En cambio, son escasos los estudios que ponen el foco en el propio proceso de monitorización durante una tarea académica, debido a la dificultad de acceso a la mente humana. El avance de la tecnología ha permitido que en la actualidad dispongamos de herramientas eficaces para estudiar el control de la comprensión durante todo el proceso y no solo a partir de juicios y/o el producto de una tarea, como, por ejemplo, los estudios actuales realizados con la técnica del '*eye-tracking*' (Vorstius, Radach, Mayer, y Lonigan, 2013), o el uso de diferentes softwares diseñados específicamente para esta demanda, como es el caso de Read and Answer (Vidal-Abarca, Martinez, Salmerón, Cerdán, Gilabert, Mañá y Ferris, 2010).

FAMILIARIDAD CON EL ENUNCIADO Y CONTROL DE LA COMPRENSIÓN DE PROBLEMAS

Se define la familiaridad con un problema como el grado de conocimiento que tiene el resolutor con la situación descrita en el enunciado, objetos, eventos, atributos, etc. (el "contexto" del problema). La comprensión de situación problem**ática** implica la construcción de un MS mediante la activación de un conocimiento previo en los resolutores que, a su vez, es capaz de generar otro conocimiento de carácter matemático (MP). Si el MS construido no es adecuado (contiene pocos elementos, o es incoherente) la dificultad de la tarea (es decir, resolver el problema matemáticamente) puede elevarse. Los problemas de ciencias experimentales se desarrollan en contextos poco conocidos o poco familiares para los estudiantes y esto puede implicar dificultades de comprensión.

Jonassen (2000) ya señaló la familiaridad con el contexto de resolución como un gran predictor del éxito en la resolución de un problema específico e indicó que la habilidad de resolver problemas no es fácilmente transferible entre contextos. Bibi, Norul, y Abdallah (2018), en un reciente estudio con 430 estudiantes pre-universitarios, utilizando problemas de ecuaciones diferenciales, encontraron que la familiaridad con el contexto de los problemas se relaciona positivamente con el éxito en la resolución. En el caso concreto de la resolución de problemas de ciencias AUTORES (2013, 2014) demostraron que el establecimiento de analogías y la transferencia entre problemas resulta más difícil cuando el enunciado describe situaciones del mundo científico, que cuando estas pertenecen a situaciones de la vida diaria. Es decir, la capacidad para transferir lo aprendido, conocimiento declarativo o estrategias, en un dominio de alta familiaridad a otro de baja familiaridad puede ser menor que cuando se trata de dos dominios bien conocidos.

Se ha encontrado que las habilidades metacognitivas también dependen del dominio que el sujeto tenga del tema o tarea concreta. Veenman, van Hout-Volters y Afflerbach (2006), postularon que una de las cuestiones más importantes a investigar sobre la metacognición, es si ésta se construye como un conocimiento general o está asociada con un contexto específico. Scott y Berman (2013) se preguntaron si el metaconocimiento, la capacidad de autorregulación y la monitorización, medida como precisión en los juicios de aprendizaje conocidos como JOL (Schneider y Lockl, 2008), presentaban diferencias entre dominios o áreas de estudio. Los resultados con 647 estudiantes universitarios mostraron que solamente la habilidad para monitorizar el aprendizaje es dependiente del dominio de trabajo. Además, la dificultad percibida y el interés por un determinado contexto, se relacionaron significativamente con el conocimiento metacognitivo, con la autorregulación y con la precisión. Zaho et al. (2019) se interesaron también por el uso de estrategias metacognitivas en diferentes dominios. Los autores compararon las estrategias metacognitivas declaradas por los estudiantes durante la

lectura con las declaradas en resolución de problemas de física. Los autores concluyeron que la metacognición tiene componentes generales y componentes vinculados a determinados dominios, y que hay un largo camino desde la capacidad de usar estrategias metacognitivas en un determinado contexto a poderlas transferir a cualquier otro dominio.

De estos estudios se deduce que, cuando un estudiante se enfrenta a una situación problemática poco familiar, como son por ejemplo las propias del ámbito científico, puede tener mayores dificultades para monitorizar el avance en su tarea que en otros contextos más familiares, aunque su conocimiento previo en la tarea sea alto.

OBJETIVOS Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El objetivo principal de este trabajo fue estudiar cómo la mayor o menor familiaridad con el contexto de un problema influye en el comportamiento y en el nivel de éxito en una tarea de control de la comprensión de problemas totalmente resueltos. En este caso el estudio se desarrolló con estudiantes graduados en disciplinas científicas, a quienes se supone alto conocimiento y pericia para resolver problemas algebraicos sencillos. Se utilizaron dos enunciados para un mismo problema (dos contextos y una sola estructura), uno con un contexto de ciencias (familiaridad baja), y otro con un contexto de la vida diaria (familiaridad alta), más utilizado en la enseñanza de las matemáticas.

MÉTODO

Participantes

Participaron 92 estudiantes del máster de educación secundaria, todos ellos licenciados en alguna especialidad científica, ingenieros o arquitectos. La edad estuvo comprendida entre los 25 y los 40 años de edad. Aunque no se realizó un muestreo aleatorio, los participantes no mostraron ninguna característica diferenciadora del resto de la población.

Materiales y medidas

Se diseñaron dos problemas con idéntica estructura (cantidades y relaciones entre cantidades) y diferente contexto. Uno de los enunciados describ**ía** una situación de la vida diaria (Familiaridad Alta: Colegios) y el otro mostró una situación del ámbito de la ciencia (Familiaridad Baja: Disoluciones). Los problemas se dividieron en diferentes secciones consideradas como unidades de información (ver tabla 1). Utilizando el paradigma de la detección de errores (Baker, 2002), en la unidad R1 se insertó un error de traducción algebraica conocido como 'error de inversión' (González-Calero, Berciano y Arnau, 2019) y este error a su vez, condujo a una solución numérica errónea (unidad Sol).

Tabla 1. Unidades de información en los problemas experimentales. El error insertado se encuentra en la unidad marcada con el asterisco (*)

ENUNCIADO FAMILIARIDAD ALTA (COLEGIO)	RESOLUCIÓN (COMÚN)
S1: En un colegio hay 29 veces más alumnos (A) que profesores (P). **S2**: En total hay 600 personas. **S3**: ¿Cuantos profesores hay en total?	**R1**: 29 • A = P (*) **R2**: A + P = 600 **R3**: 29 • (600 - P) = P **R4**: 17400 = 30 • P **R5**: P = 580 **Sol**: Quinientos ochenta profesores/ Quinientos ochenta ml de ácido.
ENUNCIADO FAMILIARIDAD BAJA (DISOLUCIONES)	
S1: En una disolución hay 29 veces más agua (A) que ácido (P). **S2**: En total hay 600 ml de disolución. **S3**: ¿Cuántos mililitros de ácido hay en la disolución?	

Para la toma de datos se utilizó el software Read and Answer (Vidal-Abarca et al. 2010). Este programa está diseñado para medir on line tiempos y secuencias de lectura durante una tarea determinada. El software permite seccionar un texto en diferentes unidades de información. La pantalla principal muestra las distintas unidades de información 'enmascaradas' y que solo se pueden leer al hacer un 'click' con el ratón sobre la unidad seleccionada (ver figura 1). Cuando se selecciona la siguiente unidad, se vuelve a enmascarar la unidad anterior, por lo que solo se puede leer una única unidad cada vez. Además, el estudiante puede pasar de esa pantalla principal a otra pantalla en la que se formula la tarea y se puede escribir (y rescribir) la respuesta. El estudiante puede ir y venir de una a otra pantalla tantas veces como quiera.

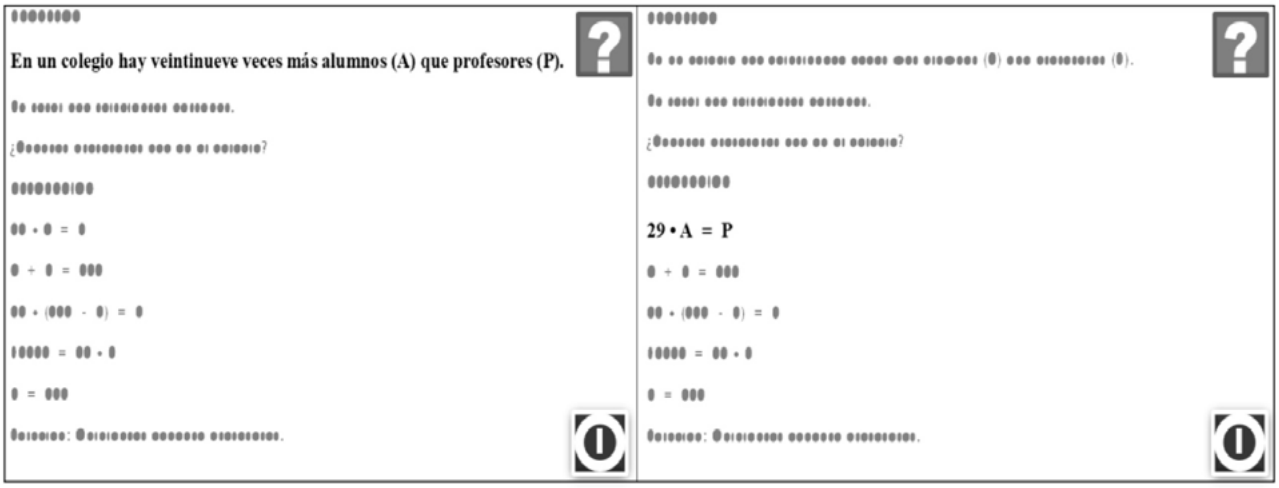


Figura 1. Pantalla principal de Read and Answer en dos momentos diferentes para leer bien S1 o bien R1. El botón con el interrogante lleva a la pantalla de tarea y el botón de la esquina inferior derecha finaliza la tarea

Read and Answer graba la secuencia completa de las acciones realizadas por cada participante y el tiempo empleado en cada acción, desenmascarar unidades para leer, o (re)escribir la respuesta a la tarea. Secuencias y tiempos permiten calcular otros indicadores de procesamiento, como velocidades de lectura, o enlaces entre ideas.

Las medidas utilizadas en este estudio fueron: reporte o no del error insertado, secuencia y tiempos de procesamiento de las unidades de información, especialmente S1, S2, R1, R2 y Sol.

En un estudio anterior, los AUTORES, (2018) han definido ciertos indicadores asociados a una buena o mala monitorización en esta misma tarea y estos indicadores han permitido a su vez definir comportamientos de los sujetos durante el procesamiento de la información:

1. Traducción directa: el sujeto detecta el error por traducción algebraica del enunciado
2. Primero interpretación y luego traducción: el error algebraico se descubre en una segunda fase de revisión, después de llegar al resultado y detectar que éste es ilógico
3. Interpretación sin traducción: el resultado se reporta como ilógico, pero el estudiante no encuentra el error algebraico que lo provoca
4. Acuerdo: el estudiante reporta que el problema está bien resuelto y se comprende perfectamente.
5. Detección espuria: reporta inconsistencias y obstáculos distintos del experimental, pero no el error experimental.

En este trabajo, los tres últimos casos se han agrupado en una sola tipología denominada 'Error no reportado'.

Como complemento a los datos de Read and Answer, y con el único objetivo de confirmar los resultados, se entrevistó a todos los participantes al acabar la tarea. Tras mostrarles el error insertado y su efecto sobre el resultado, se les preguntó si habían detectado y reportado, o no, el error insertado y lo absurdo del resultado, y las razones de ello (en su caso).

Procedimiento

El experimento se llevó a cabo en una sesión de clase ordinaria de 55 minutos. Todos los participantes realizaron la tarea delante de un ordenador, de forma individual. Un investigador leyó las instrucciones en voz alta y explicó el funcionamiento del programa. A continuación, los estudiantes practicaron con un problema de prueba y se solucionaron sus dudas. Tras ello, realizaron la tarea de control de la comprensión con uno de los dos problemas experimentales. Cada problema fue asignado al azar a uno de los ordenadores. Todos los participantes necesitaron menos de 30 minutos para completar la tarea. Al finalizar los estudiantes pasaban a un aula contigua, donde se les entrevistó uno a uno, de forma breve, con ayuda de otro colega.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra la cantidad y el porcentaje de participantes en cada uno de los comportamientos definidos. En una primera lectura, se puede observar una mayor frecuencia de detección en la condición de familiaridad alta. También llama la atención el número de estudiantes que detectan el error tras interpretar el resultado en el problema con enunciado de la vida diaria. A continuación, se muestra un análisis más detallado.

Aparece una asociación significativa entre comportamiento y contexto ($X^2(2) = 10{,}20$; $p<{,}01$).

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de cada comportamiento en cada condición de familiaridad

	FAMILIARIDAD		
COMPORTAMIENTOS	ALTA (COLEGIO)	BAJA (DISOLUCIONES)	TOTAL
Traducción directa	14 (29,2%)	13 (29,5%)	27 (29,4%)
Interpretación-traducción	17 (35,4%)	4(9,1%)	21 (22,8%)
Error no reportado	17 (35,4%)	27 (61,4%)	44 (47,8%)
Total	48 (100%)	44(100%)	92 (100%)

Un análisis *post-hoc* basado en los residuos tipificados de Haberman (1973), muestra que el comportamiento "Interpretación-traducción" se asocia significativa y positivamente con el contexto "Colegio" (HR= 3,00; p<,01), con un 35,4% de los sujetos en esa condición, mientras se asocia negativamente con el contexto "Disoluciones" (HR= -3,00; p<,01; 9,1% de sujetos). Asimismo, los comportamientos "Error no reportado" se asocian significativa y positivamente con el contexto "Disoluciones" (HR= 2,49; p<,05), con un 61,4% de sujetos en esa condición, y negativamente con el contexto "Colegio" (HR= -2,49; p<,05; 35,4% de sujetos). El comportamiento "Traducción directa" no se asocia significativamente con ningún contexto y muestra porcentajes similares.

Las entrevistas breves confirmaron el comportamiento de los estudiantes, aquellos/as estudiantes que detectaron, o no, el error, describieron claramente su comportamiento en las entrevistas, validando así los datos obtenidos por el software.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran claramente que existen dificultades asociadas a la variable familiaridad con el enunciado. Los problemas del ámbito científico se definen a partir de elementos, objetos y eventos poco familiares para los estudiantes. Este tipo de problemas implican mayores dificultades en la elaboración de un modelo de la situación adecuado y esto puede derivar en una mayor complejidad en el control de las fases posteriores de resolución. En nuestro caso, el error insertado estaba asociado a la traducción algebraica, la principal transición entre el MS y el MP. Claramente más estudiantes en la condición de alta familiaridad pudieron detectar y reportar el error insertado (64,6%) comparado con la condición de baja familiaridad (38,6%).

Sin embargo, las diferencias se producen entre estudiantes que no son capaces de monitorizar la traducción algebraica con facilidad, sino que necesitaron interpretar el resultado ofrecido como ilógico por comparación con un modelo de la situación familiar, muy conocido, para decidir revisar toda la resolución y, finalmente, encontrar el error insertado. Este tipo de estudiantes con alguna dificultad en la traducción algebraica, se ven perjudicados cuando los enunciados de los problemas incluyen situaciones poco conocidas, como es el caso de muchos problemas de ciencias; la transferencia del conocimiento matemático de estos estudiantes a un problema de ciencias se vio perjudicada.

Muchos profesores de ciencias atribuyen el fracaso de los estudiantes en resolución de problemas a su falta de dominio matemático. El presente estudio alerta sobre esta atribución causal: las ciencias presentan para los estudiantes una complejidad adicional a la falta del dominio matemático que posean.

Algunas tendencias en torno a la educación científica, como pueden ser el aprendizaje basado en problemas (ABP) o la metodología STEM, centran sus esfuerzos en la resolución de problemas interdisciplinares, a partir de la aplicación de las competencias adquiridas en las diferentes áreas del ámbito científico-técnico. Debemos ser cautelosos. Esta transferencia de estrategias y conocimientos entre dominios, no parece sencilla, especialmente cuando los contextos son poco familiares, como sucede en el caso de la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baars, M., Van Gog, T., de Bruin, A. y Paas, F. (2014). Effects of problem solving after worked example study on primary schoolchildren's monitoring accuracy. *Applied Cognitive Psychology*, *28*(3), 382-391. doi: 10.1002/acp.3008

Baars, M., Van Gog, T., de Bruin, A., y Paas, F. (2017). Effects of problem solving after worked example study on secondary school children's monitoring accuracy. *Educational Psychology*, *37*(7), 810-834.7. doi: 10.1080/01443410.2016.1150419

Baker, L. (2002). Metacognition in comprehension instruction. In C. Collins and S.R. Parris (Eds), Comprehension instruction: Research-based best practices (pp. 65-79). New York: Guilford Press.

Bibi, A., Norul, S., y Abdalla, N. (2018). Role of students' context familiarity in differential equations problem solving at pre university level. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, *6*(4), 48-57, recuperado de: https://mojes.um.edu.my/article/view/13851

Desoete, A. y de Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education: an overview. *ZDM Mathematics education*. *51*(4), 565-575. doi: 10.1007/s11858-019-01060-w

Gómez-Ferragud, C.B., Solaz-Portolés, J.J. y Sanjosé, V. (2013). Analogy Construction and Success in Mathematics and Science Problem-Solving: A Study with Secondary Students. Revista de Psicodidáctica, 18(1), 81-108. doi: 10.1387/RevPsicodidact.5533

Gómez-Ferragud, C. B., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2014). Efecto pantalla y efecto Sísifo: dos fenómenos didácticos en la resolución de problemas por transferencia analógica. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 28, 221-242. doi: 10.7203/dces.28.2633

Gómez-Ferragud, C., Sanjosé, V. y Solaz-Portolés, J. J. (2016). Estudios sobre comprensión y control de la comprensión en resolución de problemas académicos. Revista de Enseñanza de la Física, 28(1), 21-35.

González-Calero, J. A., Berciano, A. y Arnau, D. (2019) The role of language on the reversal error. A study with bilingual Basque-Spanish students. *Mathematical Thinking and Learning*, recuperado de: doi:10.1080/10986065.2020.1681100.

Greiff, S., Holt, D.V. y Funke, J. (2013) "Perspectives on Problem Solving in Educational Assessment: Analytical, Interactive, and Collaborative Problem Solving". *The Journal of Problem Solving*. *5*(2), 71-91. doi: 10.7771/1932-6246.1153

Haberman, S. J. (1973). The analysis of residuals in cross-classified tables. *Biometrics*, *29*(1), 205-220. doi: 10.2307/2529686

Jonassen, D.H. (2000). Toward a design theory of problem-solving. Educational Technology: *Research and Development*, *48*, 63-85. doi: 10.1007/BF02300500

Kintsch, W. y Greeno. J. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, *92*(1), 109-129.

Koçak, R., y Boyaci, M. (2010). The predictive role of basic ability levels and metacognitive strategies of students on their academic success. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 767-772. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.099

Lorenzo, M. (2005). The development, implementation, and evaluation of a problem solving heuristic.*International Journal of Science and Mathematics Education*, *3*(1), 33-58. doi: 10.1007/s10763-004-8359-7

Lovett, M.C. (2002). Problem solving. In D. Medin (Ed.), Stevens' handbook of experimental psychology: Memory and cognitive processes (pp. 317–62). New York: Wiley. doi:10.1002/0471214426.pas0208.

Meijer, J., Veenman, M.V.J. y van Hout-Wolters B.H.A.M. (2006). Metacognitive activities in text-studying and problem-solving: Development of a taxonomy.*Educational Research and Evaluation*, *12*(3), 209-237. doi: 10.1080/13803610500479991

Modestou, M. y Gagatsis, A. (2010). Cognitive and metacognitive aspects of proportional reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*, *12*(1), 36-53. doi: 10.1080/10986060903465822

Nelson, L. J., y Fyfe, E. R. (2019). Metacognitive monitoring and help-seeking decisions on mathematical equivalence problems. *Metacognition and Learning*, *14*(2), 167-187. doi: 10.1007/s11409-019-09203-w

Renkl, A. (2014). Toward an instructionally oriented theory of example□based learning. *Cognitive Science*, *38*(1), 1-37. doi:10.1111/cogs.12086.

Schneider, W., y Lockl, K. (2008). Procedural metacognition in children: Evidence for developmental trends. In J. Dunlosky & B. Bjork (Eds.), A hand-book of memory and metacognition. Mahwah, NY: Erlbaum.

Scott, B., y Berman, A. (2013). Examining the Domain-Specificity of Metacognition Using Academic Domains and Task-Specific Individual Differences. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*. *13*(1), 28-43.

Solaz-Portolés, J.J. y Sanjosé V. (2006). Problemas algorítmicos y conceptuales: Influencia de algunas variables instruccionales. *Educación Química*, *17*(3), 372-378.

van Gog, T., y Rummel, N., (2010). Example-Based Learning: Integrating Cognitive and Social-Cognitive Research Perspectives. *Educational Psychology Review*. *22*(2), 155–174. doi.org/10.1007/s10648-010-9134-7. doi: 10.1007/s10648-010-9134-7

Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., y Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*. *1*(1), 3-14. doi: 10.1007/s11409-006-6893-0.

Verdugo-Perona, J.J., Gómez-Ferragud, C.B., Solaz-Portlés, J.J. y Sanjosé, V. (2018). Control metacognitivo en la comprensión de problemas resueltos. En Martínez-Losada, C. y García-Barros, S. (Ed.), Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales: iluminando el cambio educativo (pp.1151-1156). La Coruña: Servicio de publicaciones de la universidad de la Coruña.

Vidal-Abarca, E., Martinez, T., Salmerón, L., Cerdán, R., Gilabert, R., Gil, L., Mañá, A. y Ferris, R. (2010). Recording online processes in task-oriented reading with Read&Answer. *Behavior Research Methods*, *43*(1), 179-192. doi: 10.3758/s13428-010-0032-1.

Vorstius, C., Radach, R., Mayer, M. B., y Lonigan, C. J. (2013). Monitoring local comprehension monitoring in sentence reading. *School Psychology Review*, *42*(2), 191-207. doi: 10.1080/02796015.2013.12087484

Young, A., y Fry, J. D. (2008). Metacognitive awareness and academic achievement in college students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, *8*(2), 1-10.

Zhao, N., Teng, S., Li, Y., Wang, S., Li, W., Wen, H., y Mengya, Y. (2019). A path model for metacognition and its relation to problem-solving strategies and achievement for diferent tasks. *ZDM Mathematics Education*, *51*(4), 641-653. doi: 10.1007/s11858-019-01067-3

CO.13 El empuje del aire. Una propuesta para su estudio en educación primaria

Susana García Barros, Cristina Martínez Losada, Juan Carlos Rivadulla López

Departamento de Pedagoxía e Didáctica. Universidade de A Coruña. susana.gbarros@udc.es

RESUMEN

Diferentes fenómenos cotidianos se explican mediante la intervención de la presión atmosférica por lo que su vivencia y explicación pueden contribuir al desarrollo de la competencia científica. Por ello se presenta una secuencia de actividades empleando dichos fenómenos que responden al tipo POE (Predicción-Observación-Explicación). Estas fueron desarrolladas con 46 alumnos de 5º curso de Educación Primaria. Se analizaron sus producciones (respuestas escritas y representaciones/dibujos) empleando dosieres de análisis elaborados con tal fin. Los resultados muestran que los niños/as predicen sin mucha dificultad el proceso final de las experiencias antes de realizarlas, también reconocen la influencia del empuje del aire en la mismas. Sin embargo, muestran más dificultades para representarlo con dibujos, especialmente en los fenómenos más estáticos, donde los cambios son menos evidentes.

Palabras clave: Educación Primaria; actividades; aire; presión atmosférica; fuerza de empuje.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento científico debe servir para la acción y para la toma de decisiones y comportamientos fundamentados del ciudadano, de ahí la necesidad de que desde la escuela se desarrolle la competencia científica. Esta requiere un conocimiento complejo que permite: a) explicar fenómenos científicamente; b) evaluar y diseñar la investigación científica y c) interpretar datos y pruebas científicamente (OECD, 2016). También requiere disponer de saberes que trascienden el ámbito conceptual para alcanzar el ámbito procedimental

y epistémico, asociados respectivamente al trabajo científico y a la construcción del propio conocimiento (MECD, 2016). A todo ello es imprescindible añadirle la componente afectiva, ya que incide en las actitudes, repercutiendo directamente en el interés y la motivación por el aprendizaje.

Con objeto de contribuir al desarrollo de la competencia científica en este trabajo nos centramos en la explicación de fenómenos relativos al aire y la presión atmósfera. Esta última se asocia, en la educación primaria sobre todo al estudio del tiempo y los fenómenos meteorológicos, instrumentos de medida, uso de mapas etc. y en primero de ESO a su composición y estructura, sin olvidar en ningún nivel la relevancia de la contaminación. Sin embargo, la atmósfera se relaciona menos explícitamente con fenómenos cotidianos que forman parte de nuestras vidas (vaciado de recipientes, uso de ventosas, etc.) que resultan educativamente relevantes en sí mismos, pero que además aportan una perspectiva empírica que puede ayudar a dar sentido a los conceptos atmosféricos más abstractos y generales.

El tema del aire y la presión atmosférica ha suscitado un importante número de trabajos dirigidos a conocer las ideas de los estudiantes, destacando los realizados por Seré (1986) que recoge con detalle Pozo; Gómez Crespo; Limón y Sánchez Serrano (1991). Estos autores exponen en su revisión que los alumnos pequeños e incluso de mayor edad, no identifican la materialidad del aire, no consideran su fuerza cuando no está en movimiento, entienden ésta última en una única dirección o la circunscriben al interior de los recipientes, sin considerar la presión atmosférica exterior; además atribuyen al vacío la capacidad de succión. Resultados comparables se encontraron en España con alumnos de primaria y con profesores en formación de este nivel educativo (Martín-Sánchez; Martín-Sánchez; Morcillo; Salgado; Silva y Navarrete, 2004). Otros trabajos han comprobado que estas y otras ideas sobre los gases son difíciles de modificar (Tytler, 1998), apreciándose también que la experiencia directa de los fenómenos no siempre conduce a la modificación de las mismas (Shepardson; Moje y Kennard-McClelland, 1994).

A pesar de que hay estudios que ponen de manifiesto que alumnos universitarios de primer año de física reconocen disponer de una escasa experiencia sobre fenómenos relativos a la presión atmosférica a lo largo de sus cursos precedentes (Slisko, 2017), recientemente se han publicado y analizado propuestas de enseñanza dirigidas al estudio de los gases para educación infantil (Mazas; Gil-Quílez; Martínez-Peña; Hervás y Muñoz, 2018) y secundaria (García-Rodeja y Sesto Varela, 2016) con la intención de que los participantes expresen y construyan explicaciones cada vez más adecuadas, adaptadas a la edad correspondiente. Concretamente la segunda de las propuestas se basa en actividades tipo (POE) -"Predicción-Observación-Explicación"-, diseñadas hace años (White y Gunstonne, 1992) y que mantienen su vigencia (Corominas, 2013). Estas actividades impulsan el pensamiento sobre el fenómeno vivenciado y promueven explicaciones, basadas en ideas/modelos contrastados por un razonamiento apoyado en pruebas, que resultan cada vez más adecuadas desde el punto de vista científico, siempre bajo la supervisión docente.

Basándonos en todo lo indicado, el objetivo de este estudio es diseñar, desarrollar y evaluar una propuesta de enseñanza dirigida al estudio de la presión atmosférica en los últimos cursos de Educación Primaria, empleando experiencias del ámbito cotidianos en el marco de actividades del tipo POE.

METODOLOGÍA

Se han elaborado una serie de actividades inspiradas en un trabajo precedente (García Barros y Martínez Losada, 2013) y en otras propuestas específicas similares (Ku, y Chen, 2013) dirigidas a vivenciar y explicar fenómenos relacionados con la presión atmosférica. Concretamente se desarrollaron 4 actividades, enmarcadas en una propuesta más amplia, que responden a una secuencia POE y tratan varias experiencias empezando por las más cotidianas:

1. Vaciar un flan sobre un plato despegando la "pegatina" de su base.

2. Utilizar una doble abertura de un tetrabrik para favorecer la salida del líquido.
3. Invertir un vaso con agua y cartulina en su boca -el agua no se derrama-.
4. Usar frascos de vacío para guardar alimentos y apreciar el cierre/apertura de su tapa.

En el trabajo participaron 46 alumnos/as de 5º curso de Educación Primaria de un colegio público de la ciudad de A Coruña, pertenecientes a dos grupos de 23 cada uno, en los que el número de niños y niñas estaba equilibrado. Los estudiantes habían tratado con anterioridad y/o en cursos precedentes los fenómenos meteorológicos –mapas del tiempo, la presión, aparatos de medida, etc.- que el currículum LOMCE incluye en la materia de ciencias sociales, y la materia diversidad/estados, las fuerzas en relación con los cuerpos –movimiento, deformación- incluidos en ciencias de la naturaleza.

Al inicio de la secuencia de actividades la profesora recuerda que estamos rodeados de aire y en el caso de los frascos de vacío enseña su funcionamiento: a) el uso del émbolo supone la extracción del aire del frasco y b) el manejo de la válvula permite nuevamente su entrada. Los participantes realizan cada actividad en pequeño grupo y escriben individualmente las respuestas a las preguntas. Estas son (respuesta si/no), como por ejemplo, "¿crees que la manera más adecuada de servir la leche del tetrabrik es cortando las dos puntas del cartón?", o más abiertas, aunque siempre concretas y adaptadas a la edad, como por ejemplo, "¿quién empuja y hace que el flan salga del vaso?", "¿quién está empujando la tapa del frasco para que no se pueda abrir?" Las preguntas explicativas siempre se acompañan de un dibujo donde el alumnado representa el empuje mediante flechas. Cabe indicar que en la actividad 3, después de solicitar la explicación "¿quién hace que el agua no caiga?", se realiza una discusión en gran grupo y los niños/as vuelven a responder/representar sus ideas. Por otra parte, en la actividad 4 se contemplan un doble proceso POE: uso del émbolo (la tapa se cierra) y uso de la válvula (la tapa se abre).

El análisis de las producciones de los alumnos se realizó empleando un dossier considerando las categorías correspondientes a los apartados del proceso POE. La diversidad de respuestas dentro de la categoría explicación nos condujo a la definición de subcategorías, agrupando empíricamente las respuestas similares de más a menos adecuadas (ver figuras en resultados). En las actividades más amplias (3 y 4) se hace un análisis más profundo e individualizado de cada estudiante. En la 3 se estudia la existencia de cambios en sus ideas después de la discusión en gran grupo y en la 4 se analiza si se establecen diferencias entre las dos situaciones presentadas –hecho el vacío/tapa cerrada y sin hacer el vacío/tapa abierta–. El análisis fue realizado por dos de los autores del trabajo, discutiendo y consensuando las posibles discrepancias que nunca sobrepasaron el 10%.

RESULTADOS

Con relación a la experiencia del flan (actividad nº 1) todos los alumnos, excepto 5 del grupo I, predicen que al despegar la pegatina de la base del vaso el flan caerá. Además, una vez realizada la prueba, todos menos dos, ante la pregunta, ¿quién empuja al flan?, afirman que es el aire o presión atmosférica. Independientemente de las respuestas anteriores, prácticamente todos los participantes dibujan el empuje adecuadamente usando flechas: dirección vertical/sentido hacia abajo sobre el punto de perforación del recipiente. Solo 4 realizan representaciones incorrectas: dos dibujan flechas externas paralelas al vaso y dos flechas externas dirección vertical sentido contrario al punto de perforación (figura 1a).

Con respecto a la experiencia del tetrabrik (actividad nº 2) las predicciones no son tan acertadas, solo 13 alumnos del grupo I y 10 del II prevén que la leche se servirá mejor al practicar dos cortes en el tetrabrik. Después de visualizar el proceso, reconocen que la acción realizada favorece la salida del líquido y todos menos 4 explican que el aire empuja. Independientemente de esta respuesta, la mayoría de los estudiantes representan el empuje dirigiendo la flecha (dirección y sentido) hacia una de las aberturas, dibujando 18 de ellos también la

salida del líquido por la otra abertura. Solo 11 niños hacen representaciones confusas y en términos generales no se detectan diferencias entre los grupos (figura 1b).

En la experiencia correspondiente a la inversión del vaso con agua, tapando su boca con una cartulina (actividad nº 3), todos los alumnos del grupo I y la mitad del II predicen que el agua no caerá. Después de la observación 17 y 12 niños/as de cada grupo explican que el aire atmosférico empujaba la cartulina y el resto responsabiliza de ello a la absorción ejercida por el aire o el agua del interior del vaso. Después de la discusión en gran grupo, todos menos 4 llegan a admitir la acción del aire sobre la cartulina (figura 2).

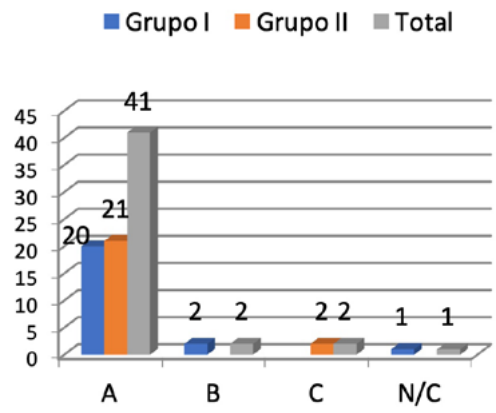


Figura 1a. A. Flecha/s externa/s dirección vertical sentido hacia punto de perforación del vaso; **B** Flechas externas paralelas al vaso; **C** Flecha externa dirección vertical sentido contrario al punto de perforación

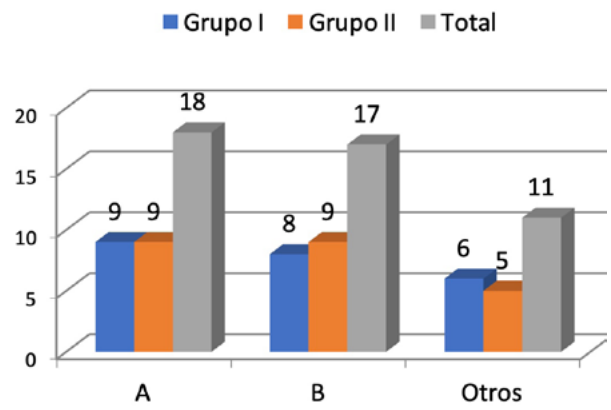


Figura 1b. A. Flecha/s externa/s dirección corte del tetrabrik sentido hacia su interior, representando la salida del líquido por el otro corte; **B.** Flecha/s externa/s dirección corte del tetrabrik sentido hacia su interior; **otros.** confusas

Figura 1. Representación de la fuerza de empuje del aire en la actividad número 1 (Fig. 1a) y en la actividad número 2 (Fig. 1b)

Los participantes representaron sus ideas con dibujos, antes y después de la discusión. Al comparar respuestas y representaciones en cada momento se identificaron las categorías que se recogen en la figura 3. Al inicio, prácticamente todos los alumnos que respondían correctamente (reconocían al aire exterior como responsable del fenómeno) empleaban una representación adecuada (flechas externas al vaso dirección vertical y sentido hacia la cartulina) (A1) y solo tres sujetos representaron inadecuadamente el empuje (A2). La mitad de los sujetos que mostraron ideas alternativas (agua/aire de dentro del vaso absorbe el papel) realizaron dibujos coherentes con su respuesta (flechas en el interior del vaso dirección vertical y sentido hacia arriba) (B1), el resto hicieron dibujos incoherentes o no representaron (B2). En términos generales, después de la discusión se aprecia una mejora, pues el mantenimiento de respuestas y/o representaciones inadecuadas fue bastante minoritario (7 alumnos) y solo un alumno empeoró al pasar su respuesta del tipo A1 al A2 (respuesta correcta representación incorrecta). Cabe indicar que este último tipo de contestaciones se han incrementado en términos comparativos después de la discusión, demostrando la dificultad que encierra la representación de la presión del sistema aire, aunque declarativamente se admita su influencia.

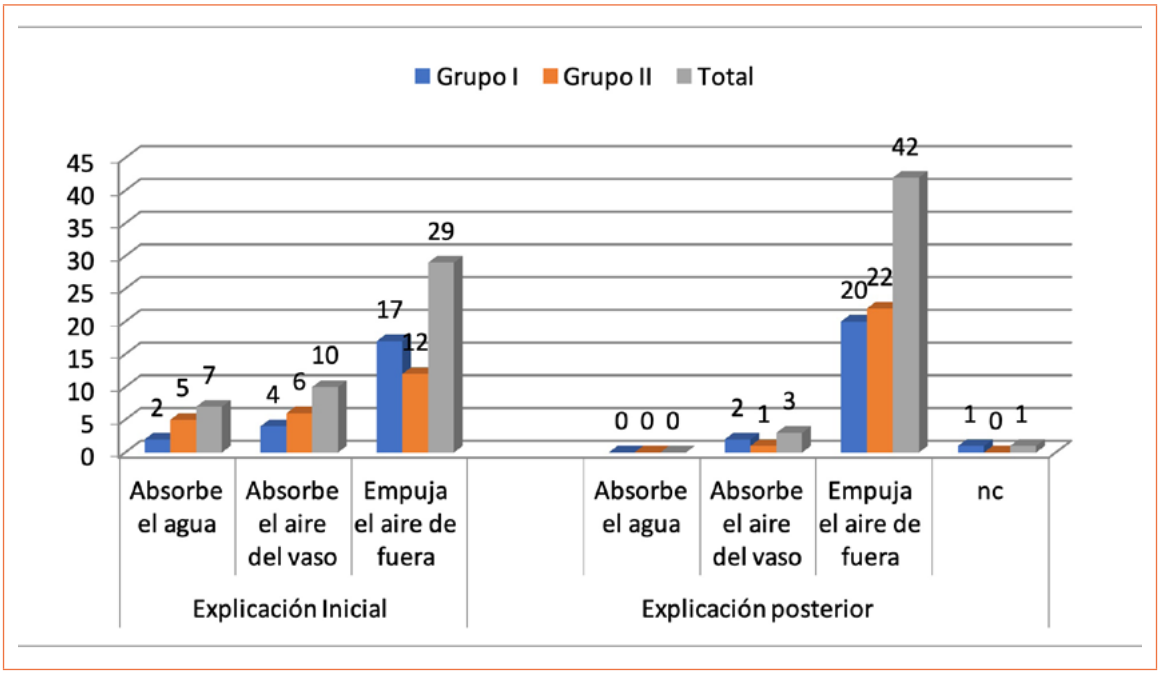
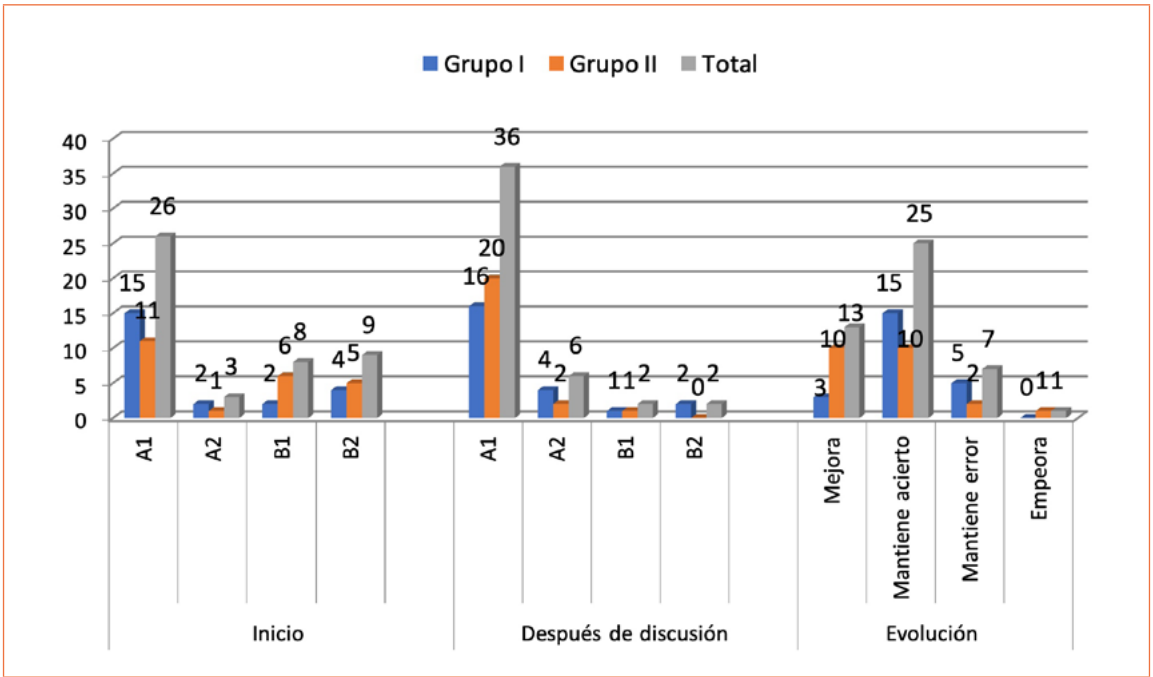


Figura 2. Explicaciones iniciales y después de la discusión en gran grupo a la actividad número 3 (experiencia del vaso invertido)

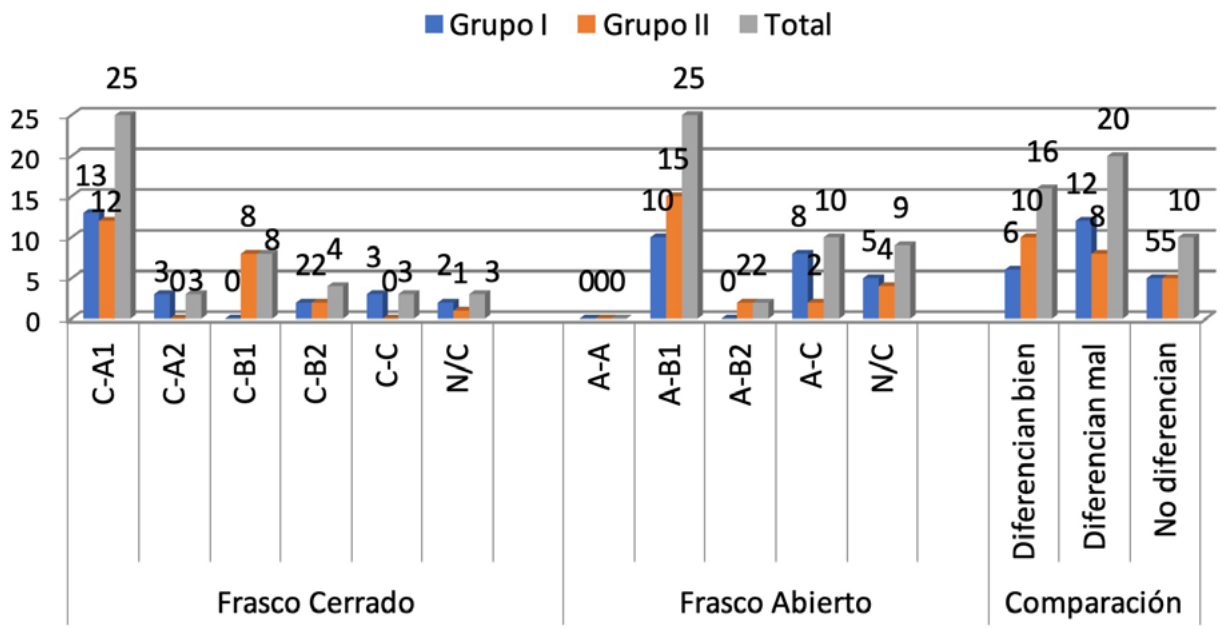


A1. Respuestas correctas y representaciones coherentes -flechas externas al vaso dirección vertical y sentido hacia la cartulina-; **A2.** Respuesta correcta y representación inadecuada/no representa; **B1.** Respuesta incorrecta y representación coherente a la misma –flechas en el interior del vaso dirección vertical y sentido hacia arriba-; **B2.** Respuesta incorrecta y representación incoherente o no representa

Figura 3. Análisis individual y evolución de respuestas/representaciones del alumnado en el transcurso de la actividad número 3

En la actividad nº 4 (experiencia de los frascos de vacío), 20 alumnos de Grupo I y 22 del II predicen que después de usar el émbolo la tapa no se abrirá. Una vez hecha la observación un número similar admite que esto ocurre porque el aire atmosférico empuja. Los estudiantes representan sus ideas con flechas que se agruparon en las categorías (ver figura 4: Frasco Cerrado). Aproximadamente la mitad (13 y 12 alumnos de los grupos I y II res-

pectivamente) realizaron una representación adecuada (C-A1: flecha exterior/dirección vertical/sentido hacia la tapa), siendo la segunda más frecuente, sobre todo en el grupo II, la C-B1, similar a la anterior, pero situando la flecha en el interior del frasco. Las representaciones realizadas después de manipular la válvula y observar la apertura del frasco, también se agruparon en categorías (figura 4: Frasco Abierto). En este caso ningún alumno hizo una representación completamente adecuada, caracterizada por el equilibrio de fuerzas sobre la tapa del recipiente (A-A: flecha interior/exterior misma dirección/sentidos opuestos hacia la tapa), siendo la más frecuente y que consideraremos más adecuada la A-B1 (flecha interior/dirección vertical/sentido hacia la tapa) realizada por 10 y 15 alumnos de cada grupo. El resto no representó o lo hizo inadecuadamente. Por otra parte, al comparar las representaciones de los estudiantes (frasco cerrado/abierto) se aprecia que pocos sujetos (6 del grupo I y 10 del II) diferenciaron "aceptablemente" bien ambas situaciones (representan C-A1 en el caso del frasco cerrado y A-B1 en el del caso abierto), mientras que el resto reprodujeron el mismo dibujo o hicieron representaciones diferentes inadecuadas o no aportaron dibujos (figura 4: Comparación).



Frasco Cerrado: **C-A1.**Flechas exterior/dirección vertical/sentido hacia la tapa; **C-A2** Flechas exteriores (otros); **C-B1** Flecha interior/dirección vertical/ sentido contrario a la tapa; **C-B2** Flecha interior/dirección vertical/sentido hacia la tapa; **C-C** Flechas diversas interior/ exterior.
Frasco Abierto: A-A Flecha interior/exterior misma dirección/sentidos opuestos hacia la tapa; **A-B1** Flecha interior/ dirección vertical/sentido hacia la tapa; **A-B2** Flecha interior/dirección vertical/sentido contrario a la tapa; **A-C**. Flechas solo exteriores

Figura 4. Respuestas correspondientes a la actividad número 4, referidas al frasco de vacío

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

- Los participantes realizaron predicciones adecuadas en la práctica totalidad de los experimentos.
- Respecto a las explicaciones, los estudiantes reconocieron declarativamente que el empuje del aire era el causante de los fenómenos observados, aunque algunos expresaron otras opciones, concretamente en la experiencia de invertir del vaso con agua.
- Los participantes tuvieron más problemas para representar el empuje del aire, dependiendo estos del tipo de experiencia/actividad. Las representaciones fueron mejores en los casos donde se observaba el vaciado de un material o se realizaba una discusión más amplia en el transcurso de la actividad.

Estas conclusiones ponen de manifiesto algunas de las dificultades representativas del empuje del aire, que coinciden con las recogidas por la bibliografía (Pozo et al., 1991). Consideramos que en educación primaria se debe insistir en este tipo de experiencias ayudando al alumnado a materializar el aire y a reflexionar sobre la representación de su empuje en fenómenos cotidianos. Concretamente, sería recomendable ampliar el debate sobre todo en la experiencia del frasco de vacío, donde los problemas para representar el empuje, una vez permitida la entrada de aire en el recipiente, fueron más evidentes. Convendría aportar ejemplos que ayudaran a reflexionar sobre lo que pasaría si "solo" actuara una fuerza interior sobre la tapa del frasco. El análisis de las características de las botellas de champán y su descorchado podría ser una posibilidad. También sería un buen recurso promover el uso de modelos que permitan materializar el aire con bolas, dentro y fuera del frasco.

Nota. El trabajo se enmarca en el proyecto EDU2016-79563-R (FEDER/Ministerio de Economía Industria y Competitividad y AGI)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corominas, J. (2013). Actividades experimentales POE en la enseñanza de la química y de la física. *Alambique*, *74*, 69-75.

García-Rodeja, I.; Sesto Varela, V. (2016) ¿Por qué sube el agua? Un estudio comparativo del desempeño en el uso de pruebas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13* (2), 2015-229. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18285

García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2013). *Inmersos en el aire miramos al cielo*. Barcelona. Graó.

Ku, B. H. y Chen, C. S. (2013). The Jar Magic – Instrumental Activities for Teaching Air Pressure. *The Physics Teacher*, *51*(9), 557-559. DOI: https://doi.org/10.1119/1.4830074

Martín-Sánchez, M.; Martín-Sánchez, M.T.; Morcillo, J.G.; Salgado, G.; Silva, R. y Navarrete, J. (2004). Análisis de las dificultades que enfrentan los alumnos en relación a la enseñanza del tema los efectos de la presión atmosférica. *Educación Química*, *16*, 167-183.

Mazas, B.; Gil-Quílez, M. J.; Martínez-Peña, B.; Hervás, A. y Muñoz, A. (2018). Los niños y las niñas de infantil piensan, actúan y hablan sobre el comportamiento del aire y del agua. *Enseñanza de las Ciencias, 36* (1), 163-180. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2320

MECD (2016). PISA 2015. *Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Madrid: MEC. Obtenido de: http://www.mecd.gob.es/ inee/dam/jcr:e4224d22-f7ac-41ff-a0cf-76ee5d9114f/ pisa2015 preliminarok.pdf

OECD (2016), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy.PISA, OECD Publishing, Paris. http://www.provincia.bz.it/servizio-valutazione-italiano/download/pisa_2015_framework_def.pdf

Pozo, J. I.; M. A. Gómez Crespo; Limón, M. y Sánchez Serrano. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*. Madrid, C.I.D.E.

Seré, M. (1986). "Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching." *European Journal of Science Education*, *8*(4): 413-425.

Shepardson, D.; Moje, E. B. y Kennard-McClelland, A. M. (1994). The impact of a science demonstration on children's understandings of air pressure. *Journal Research of Science Teaching, 31*(3), 243-258. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.3660310305

Slisko, J. (2017). What did first-year students of physics learn previously about experiments that show existence of atmospheric pressure? *Latin-American Journal of Physics Education, 11*(3), 1-10.

Tytler, R. (1998). Children's conceptions of air pressure: exploring the nature of conceptual change. *International Journal of Science Education*, *20*(8), 929-958. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069980200803

White, R. Y Gunstonne, R. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.

CO.14 Conocimiento epistémico utilizado por futuros maestros en el diseño de una investigación para identificar microplásticos en arena de playa

Beatriz Crujeiras-Pérez, Pablo Brocos

Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidad de Santiago de Compostela. pablo.brocos@usc.es

RESUMEN

Este estudio examina los resultados de una estrategia implementada para enseñar a elaborar diseños experimentales teniendo en cuenta el conocimiento epistémico disciplinar asociado a la indagación científica. Los participantes son 108 profesores en formación, trabajando en pequeños grupos, a los que se solicitó que seleccionasen, de entre tres procedimientos, el más adecuado para analizar la presencia de microplásticos en arena de playa, y que modificasen los alternativos para elevar su calidad. El objetivo es averiguar los criterios epistémicos que consideran en la selección del procedimiento, y los aspectos que tienen en cuenta para modificar los incompletos. Los resultados indican que los participantes identifican el procedimiento más adecuado, pero presentan dificultades para justificarlo y, especialmente, para modificar procedimientos incompletos para aumentar su calidad científica.

Palabras clave: Epistemología; indagación; formación del profesorado; educación primaria

INTRODUCCIÓN

En este estudio diseñamos una estrategia para enseñar al alumnado –concretamente, a profesorado en formación–, a elaborar diseños experimentales teniendo en cuenta ciertos aspectos del conocimiento epistémico disciplinar asociados a la indagación científica. Evaluar y diseñar investigaciones científicas es una de las competencias científicas examinadas en las pruebas PISA, considerada necesaria para alcanzar la alfabetización científica (OCDE, 2016a). Esta competencia implica, entre otros aspectos, ser capaz de proponer formas de abordar cuestiones científicas, y de poner en práctica determinadas destrezas asociadas a la indagación científica como la formulación de preguntas, e hipótesis, el diseño de procedimientos, la interpretación de datos y el establecimiento de conclusiones.

El interés de este trabajo radica en los datos de la última evaluación PISA centrada en ciencias, en la cual los resultados más bajos de las tres competencias evaluadas corresponden a la competencia en evaluar y diseñar indagaciones científicas en el 55% de los países participantes (OCDE, 2016b). Además de esto, existen numerosas dificultades identificadas en la literatura con respecto a la implementación de la indagación científica en las aulas, tanto de educación primaria como de secundaria, e incluso en la formación de profesorado. Uno de los principales problemas para el alumnado es el diseño de procedimientos incompletos o poco definidos (Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre, 2017; García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2017; Zimmerman, 2000). En cuanto al profesorado, las principales dificultades están asociadas con la falta de experiencia y formación en la realización de investigaciones científicas (Capps, Crawford y Constas, 2012) o a la falta de seguridad con el uso de este enfoque investigativo en las aulas (Rikmanis, Logins y Namsone, 2012). Estas dificultades y el ejemplo de los resultados de la evaluación PISA sugieren la necesidad de elaborar actividades encaminadas a diseñar y evaluar indagaciones científicas para el alumnado y de elaborar estrategias docentes que permitan al profesorado poner en práctica este enfoque de forma satisfactoria en las aulas. Estas acciones coinciden con muchas de las implicaciones educativas que se señalan en distintos trabajos sobre indagación. Sin embargo, creemos que estas acciones no son suficientes para conseguir una mejoría en el aprendizaje de la indagación científica, sino que es necesario tener en cuenta otros aspectos que están directamente implicados, como el conocimiento epistémico asociado a la indagación científica.

El conocimiento epistémico, en general, puede definirse como un conjunto de conocimientos, prácticas y motivaciones relacionadas con qué se considera como conocimiento y cómo se justifican los enunciados de conocimiento (Chinn, Rineheart y Buckland, 2014). En didáctica de las ciencias, entendemos por conocimiento epistémico la comprensión del papel de los constructos específicos y de las características esenciales de los procesos de construcción de conocimiento científico (Duschl, 2008).

El análisis de esta cuestión es relevante debido a que un mayor conocimiento epistémico promueve el aprendizaje más productivo de las prácticas y contenidos científicos (Elby, Macrander y Hammer, 2016). Existen distintas perspectivas que examinan diferentes aspectos del conocimiento epistémico: disciplinar, personal y social (Kelly, McDonald y Wickman, 2012). En este trabajo nos centramos en la disciplinar, que comprende el conocimiento sobre la naturaleza de las pruebas, los criterios para la selección de teorías científicas o el rol de la dependencia teórica en la metodología científica, entre otros aspectos. En particular, se examina el conocimiento epistémico implicado en la indagación científica y específicamente en el diseño de indagaciones científicas.

Coincidimos con Sandoval (2014) en considerar que el conocimiento epistémico se manifiesta a través de las acciones y razonamientos del alumnado y, por tanto, es necesario evaluarlo dentro de la propia práctica, en este caso en una actividad de indagación.

Entre los aspectos epistémicos asociados a la indagación, se encuentran el considerar la sistematicidad como una característica de la metodología científica (Sandoval y Reiser, 2004), el reconocer el papel de las pruebas en la justificación de conclusiones científicas (Kittleson, 2011), que las hipótesis están sujetas a falsaciones y

se formulan mejor en base a pruebas experimentales (Constantinou y Papadouris, 2004), identificar pautas en conjuntos de datos (Sandoval et al., 2000), identificar errores en razonamientos basado en investigaciones poco diseñadas, o reconocer la toma de datos precisa y la replicación de resultados como elementos esenciales para garantizar la credibilidad de una investigación (Georgia Department of Education, 2016). Así, como señalan Sandoval y Reiser (2004), hacer hincapié en estos aspectos a la vez que se participa en la indagación científica permite a los estudiantes comprender y llevar a cabo la indagación de forma más eficiente.

En este trabajo utilizamos la evaluación de la adecuación de un procedimiento científico como base para el aprendizaje del propio diseño (Pérez-Vidal y Crujeiras-Pérez, 2019) y la utilización del conocimiento epistémico implicado en la práctica de indagación. Las preguntas que guían la investigación son las siguientes:

1. ¿Qué criterios epistémicos tienen en cuenta los futuros maestros a la hora de seleccionar el procedimiento más adecuado para analizar la existencia de microplásticos en arena de playa?

2. ¿Qué aspectos tienen en cuenta a la hora de modificar los procedimientos alternativos para que sean científicamente más adecuados?

METODOLOGÍA

El estudio se fundamenta en la investigación cualitativa y se enmarca en el análisis del contenido (Schreirer, 2012). Los participantes son 108 estudiantes del 4º curso del grado de maestro en educación primaria que cursaban la última asignatura de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza del plan de estudios. Los estudiantes trabajaron en pequeños grupos de 3 o 4 estudiantes (N=29). Esta asignatura abordaba un tema específico sobre aspectos disciplinares asociados al conocimiento epistémico implicado en el desarrollo de las prácticas científicas de indagación, argumentación y modelización. La actividad objeto de análisis en esta comunicación, centrada en la indagación, forma parte de un estudio más amplio sobre estas cuestiones.

La tarea comenzó con una exposición de la problemática ambiental que constituye la presencia de microplásticos en el medio marino y litoral, a partir de la cual se propuso al alumnado realizar una investigación para averiguar si estos compuestos están presentes en las playas gallegas, destacando la necesidad de poner en práctica un procedimiento científicamente adecuado y fiable. Para ello, se presentaron tres procedimientos alternativos (A, B y C), que diferían en términos de detalle, orden, precisión y reproducibilidad. El procedimiento B, el de mayor calidad, fue diseñado a partir de un método estandarizado (Besley, Vijver, Behrens y Bosker, 2017), fruto de una revisión de procedimientos para la extracción y determinación de microplásticos en arena de playa. Esta adaptación, ajustada al contexto de aula y al tiempo disponible, fue previamente puesta en práctica por los autores. Se solicitó a los participantes que escogiesen el procedimiento que considerasen científicamente más fiable, justificando su elección, y que modificasen los otros dos para que presentasen la misma calidad científica que el escogido. La tarea incluyó otros apartados, cuyo análisis excede el propósito de esta comunicación, sobre la selección de materiales necesarios para llevar a cabo el procedimiento, sobre los datos obtenidos en su puesta en práctica y sobre las conclusiones extraídas y su fiabilidad.

Para el análisis de los datos se comparan las respuestas del alumnado en base a las de referencia, que se describen a continuación.

-¿Qué procedimiento deberíais usar para obtener los datos más representativos de la investigación? Por qué?

"El procedimiento más adecuado es el B porque describe de forma detallada, ordenada y precisa todos los pasos a seguir para identificar los microplásticos en las muestras de arena. Además, tienen en cuenta la reproducibilidad del experimento, proponiendo repetir las pruebas para cada arena y tiene en cuenta la aportación de pruebas documentales para justificar los resultados."

-¿Qué aspectos deberían modificar y/o incluir las otras dos opciones para tener la misma calidad científica que el que habéis escogido?

"La opción A debería contener más información sobre el procedimiento, ya que no hace referencia a la filtración de la disolución de NaCl antes y después de añadirla a las muestras de arena ni a la necesidad de aportar pruebas de las observaciones realizadas para poder extraer las conclusiones del estudio. Además, debería proporcionar las cantidades de muestra de arena y los tiempos de agitación, espera y secado. La opción C debería incluir la repetición de los experimentos, el tiempo de agitación y el tiempo de secado del filtro antes de observarlo con la lupa binocular. Además, debería hacer referencia a la necesidad de aportar pruebas de las observaciones realizadas para poder extraer las conclusiones del estudio."

A partir de dicha comparación se elabora una serie de categorías emergentes que se aplican a los datos y que dan lugar a la rúbrica de análisis. Esta rúbrica consta de cuatro niveles de desempeño para cada aspecto examinado (evaluación y modificación), siendo el 4 el nivel más alto y el 1 el más bajo. La rúbrica se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica para el análisis de los criterios utilizados en la evaluación y modificación de procedimientos para la identificación de microplásticos en arena de playa.

	EVALUACIÓN	MODIFICACIÓN
Nivel 4	Identifica el procedimiento adecuado y justifica su adecuación teniendo en cuenta criterios de precisión, sistematicidad, detalle y reproducibilidad	Modifica los dos procedimientos alternativos de forma detallada, indicando todos los elementos a incluir y/o modificar
Nivel 3	Identifica el procedimiento adecuado y justifica su adecuación teniendo en cuenta algunos de los criterios precisión, sistematicidad, detalle o reproducibilidad	Modifica los dos procedimientos alternativos de forma detallada, indicando algunos elementos a incluir y/o modificar
Nivel 2	Identifica el procedimiento adecuado y justifica su adecuación atendiendo a otros criterios	Indica los aspectos a modificar de forma general sin precisar para cada procedimiento
Nivel 1	Identifica el procedimiento adecuado, pero no justifica su adecuación o lo hace de forma incorrecta	Indica algunos aspectos a modificar, pero sin ser relevantes

RESULTADOS

Evaluación de la adecuación de un procedimiento científico para identificar microplásticos en arena de playa

28 de los 29 grupos seleccionaron el procedimiento adecuado. Solo 1 de los 29 grupos escogió un procedimiento alternativo, el C, descartando el B por considerar que incluía pasos innecesarios, cuya función no consiguieron discernir. Los resultados correspondientes a esta pregunta de investigación se resumen en la Tabla 2, agrupando en diferentes niveles de desempeño a los 28 grupos que seleccionaron el procedimiento adecuado en función de los criterios considerados en su justificación. Cada nivel de desempeño se ilustra con un ejemplo del discurso del alumnado.

Tabla 2. Desempeños del alumnado en el uso de criterios para la selección de un procedimiento

NIVEL	N_{TOTAL}	EJEMPLO
4	1	"Deberíamos usar el procedimiento B, ya que es el que más se acerca al método científico. En él se da una explicación mucho más completa y detallada de lo que hay que hacer, especificando en todo momento las cantidades y los tiempos a emplear y explicando paso a paso el procedimiento. De esta forma, además de ser más fiable, permite que otras personas puedan hacerlo exactamente de la misma forma y poder comparar resultados"
3	23	"Escogeríamos el procedimiento B debido a que presenta mayor concreción de datos, emplea dos muestras de cada tipo de arena (lo que aumenta la fiabilidad) y obtiene la foto como prueba para que quede constancia de los resultados"
2	3	"El procedimiento más adecuado es el B porque consideramos que es el más científico. Se preparan 2 muestras para observar variaciones, se le da un tiempo de espera para que la arena repose mientras que los plásticos están en suspensión; es el más específico"
1	1	"Procedimiento B, pues al tomar 2 muestras de cada tipo de arena se obtiene una mayor amplitud de materia a observar y analizar. Además, al poder tomar una foto es posible detectar una mayor cantidad de microplásticos que el ojo humano puede pasar por alto en el momento de la observación a través de la lupa"

De los resultados resumidos en la Tabla 2, se extrae que la gran mayoría de grupos se categorizan en el nivel 3, es decir, seleccionaron el procedimiento de mayor calidad y lo justifican en función de criterios adecuados, pero incompletos.

Modificación de los procedimientos alternativos para aumentar su calidad científica

Los resultados correspondientes a la segunda pregunta de investigación se resumen en la Tabla 3, categorizando los desempeños del alumnado que había seleccionado el procedimiento adecuado en función del grado de detalle y adecuación de las modificaciones propuestas para los procedimientos alternativos. Los niveles de desempeño se ilustran con un ejemplo del discurso del alumnado.

Tabla 3. Desempeños del alumnado en la modificación de procedimientos para aumentar su calidad científica

NIVEL	N_{TOTAL}	EJEMPLO
4	0	
3	13	"El A debería especificar la cantidad de muestra, los tiempos, los pasos, filtrar la arena, aumentar el número de muestras. El C también debería aumentar el número de muestras, especificar los pasos e incorporar otros nuevos, como secar el filtro"
2	13	"Deberían establecer cantidades y tiempos específicos y realizar un mayor número de muestras, así como mejorar la calidad descriptiva y la prueba fotográfica como conclusión de los resultados"
1	2	"Ampliar muestra a analizar y emplear instrumentos para tomar fotografías"

Como se describe en la Tabla 3, no se identifica ninguna respuesta de nivel 4. La mayoría de los grupos se distribuyen en los niveles 2 y 3, por lo que su desempeño en la modificación de los procedimientos es más disperso y de menor calidad en comparación con los relativos a su evaluación.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los resultados de este estudio indican que los participantes no tienen dificultades para identificar el proce-

dimiento científicamente más adecuado, y que la mayoría utiliza criterios adecuados para justificar su elección, pero esta justificación es incompleta en prácticamente todos los casos. De algunas respuestas de los participantes podemos extraer que son conscientes de la necesidad de que un procedimiento científico sea sistemático, reproducible y fiable, pero les cuesta aplicar estos criterios a la hora de modificar diseños de procedimientos científicamente poco adecuados.

Introducir en el aula los aspectos epistémicos asociados a la indagación científica facilita el diseño de una investigación, o en este caso la evaluación y modificación de esta. No obstante, a raíz de los resultados, esta intervención parece no ser suficiente para conseguir los resultados esperados, es decir, que el alumnado diseñe procedimientos completos, detallados, ordenados y precisos. Debido a las dificultades que se identifican en la literatura y que nosotros mismos hemos encontrado también en otros estudios, consideramos que esta propuesta de evaluación de la adecuación de varios diseños de procedimiento para investigar una cuestión y la modificación de aquellos menos adecuados para que sí lo sean podría contribuir a superar algunas de ellas, como el diseño de procedimientos poco detallados. Aun así, todavía es necesario seguir desarrollando estrategias que contribuyan a la mejora del resto de aspectos relacionados con la indagación científica.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2017-82915-R del Plan Nacional de la Agencia Estatal de Investigación y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (AEI/FEDER, UE).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crujeiras-Pérez, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2017). High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain. *Chemistry Education Research and Practice*, *18*(1), 99-112.

Besley, A., Vijver, M. G., Behrens, P., y Bosker, T. (2017). A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Marine Pollution Bulletin*, *114*(1), 77-83.

Capps, D. K., Crawford, B.A., y Constas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional develpoment: alignnment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, *23*, 291-318.

Chinn, C. A., Rinehart, R. W., y Buckland, L. A. (2014). Epistemic cognition and evaluating information: Applying the AIR model of epistemic cognition. En D. Rapp y J. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 425-453). Cambridge, MA: MIT Press.

Constantinou, C. P. y Papadouris, N. (2004). Teaching and learning about energy in middle school: an argument for an epistemic approach. *Studies in Science Education*, 48 (2), 161-186.

Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, *32*, 268-291.

Elby, A., Macrander, C., y Hammer, D. (2016). Epistemic cognition in Science. En J. Green, W. A. Sandoval and I. Braaten. *Handbook of Epistemic Cognition*, (pp.113-127). New York: Routledge.

García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, *47*, 989-1010.

Georgia Department of Education (2016). *Science Georgia Standards of Excellence.*

Kelly, G. J., McDonald, S., y Wickman, P-O. (2012). Science Learning and Epistemology. En B. J. Fraser, K. G.

Tobin, and C. J. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education* (Volume 1, pp. 281-291). Dordrecht: Springer.

Kittleson, J. M. (2011). Epistemological Beliefs of Third-Grade Students in an investigation-rich classroom. *Science Education*, *95*, 1026-1048.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy.* París: OECD Publishing.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2016b). *PISA 2015 results (volume I): excellence and equity in education*. París: OECD Publishing.

Pérez-Vidal, D., y Crujeiras-Pérez, B. (2019). Desempeños del alumnado de Educación Secundaria en la evaluación de una investigación científica en el contexto de la industria láctea. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *37*(1), 5-23.

Rikmanis, I., Logins, J., y Namsone, D. (2012). Teachers views on Inquiry-based Science Education. En C. Bolte, J. Holbrook, y F. Rauch (Eds.). Inquiry-based Science Education in Europe: reflections from the PROFILES project. Berlin: Freie Universitat Berlin.

Sandoval, W. A. (2014). Science education's need for a theory of epistemological development. *Science Education*, *98*(3), 383–387.

Sandoval, W. A., Bell, P., Coleman, E., Enyedy, N., y Suthers, D. (2000). Designing knowledge representations for learning epistemic practices of science. Comunicación presentada en el congreso AERA, Nueva Orleans, 24-28 de abril.

Sandoval, W. A., y Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345-372.

Schreirer, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice.* Londres: Sage.

Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, *20*, 99 – 149.

CO.15 ¿Es ecológico mi huerto escolar? Variables que contemplan los estudiantes del Grado de Educación Infantil

Lidia López-Lozano[1], Fátima Rodríguez Marín[2], Alicia Guerrero Fernández[3] y Marina Nieto Ramos[4]

[1]Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla. [3] Doctoranda en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla. [4] Becaria de colaboración en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla. E-mail: lidia.lopez@ddi.uhu.es

RESUMEN:

Presentamos una investigación con 57 estudiantes del Grado en Educación Infantil en la Universidad de Sevilla. El propósito es conocer el tipo de modelo agrícola que propondrían para un centro educativo y en qué basan dicha propuesta, según determinadas variables que lo caracterizan. Para ello, se ha seguido un enfoque plurimetodológico, basándonos en análisis de contenido y realizando un análisis de clúster. Esto nos ha permitido conocer que sus opciones se mueven entre un huerto convencional y uno de permacultura, optando mayoritariamente por este último. Respecto a las variables, los clúster perfilan la concepción de dichos modelos, quedando identificadas aquellas variables más utilizadas y aquellas que no parecen influir en su decisión, como son la energía o la ciencia. Señalamos las implicaciones didácticas que esto representa. La estrategia formativa parece útil para fomentar espacios en permacultura que ayudasen a adaptarnos a la situación actual del planeta.

Palabras clave: ecológico; formación inicial; huerto escolar; permacultura; Educación Infantil

INTRODUCCIÓN

Incluir huertos escolares en los centros educativos es una realidad cada vez más extendida en nuestro país. Si centramos la mirada en la comunidad autónoma de Andalucía, podemos encontrar huertos escolares que surgen tanto a iniciativa propia de los centros sin vincularse a ningún programa establecido como asociados a determinados programas educativos. En este último caso, el programa Ecohuerto acogió a 596 centros durante el curso 2018-19, siendo el segundo programa más demandado (Junta de Andalucía, 2019). El huerto escolar tiene el potencial para convertirse en un recurso que permita que el currículo se articule en torno a él, haciendo posible el trabajo de problemas socioambientales de manera globalizada, contextualizada y significativa, tan necesario en un mundo con recursos decrecientes, con pérdida de biodiversidad y cambio climático (Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo, Puig-Gutiérrez y García-Díaz, 2017).

El aprendizaje basado en huertos (Desmond, Grieshop, y Subramaniam, 2004), es necesario trasladarlo a las aulas universitarias para fomentar la adquisición de herramientas, estrategias y recursos en el futuro profesorado que respondan a este reto (Blair, 2009; Portillo, 2002).

En esta investigación, el trabajo con el futuro profesorado se ha centrado en investigar el tipo de modelo agrícola que elegiríamos para un centro escolar, como uno de los aspectos claves en la definición de las finalidades de un huerto escolar, junto a la perspectiva socioambiental y la perspectiva didáctica. En la bibliografía consultada se encuentra una deficiencia respecto a la definición de los criterios o variables que determinan un huerto ecológico. En algunos casos, se indica que:

> Estamos pensando en una manera determinada de gestionar ese medio, en un ambiente equilibrado, en usos no perjudiciales para la tierra, en la diversificación y protección de cultivos, en la conservación de aguas y suelos, en definitiva, pensamos en un tipo de agricultura respetuosa con el medio ambiente (González, 1998, p.7).

Esta contrariedad se observa más en los proyectos de las etapas de Educación Infantil y Primaria que en las universitarias. En estas últimas, las experiencias suelen presentar de manera más clara por qué modelo de huertos optan, utilizando los términos de "ecológico", "permacultura" y "agroecología" principalmente (Aragón, 2020; Ceballos, Escobar y Vílchez, 2014; Eugenio, Zuazagoitia y Ruiz-González, 2018).

A continuación, se presentan los fundamentos teórico-prácticos sobre los modelos agrícolas que se trabajaron en esta estrategia formativa.

Modelo agrícola preindustrial, tradicional o convencional

Este tipo de sistema agrícola se caracteriza por el empleo de prácticas tradicionales adquiridas a través de la experiencia, las creencias, la "conciencia práctica", la observación y la transmisión de unas generaciones a otras (Brasil Dal Bello, 2018) Se basa en el cultivo de pequeñas extensiones y en un modelo de autoconsumo donde no se incorporan tecnologías, conocimientos científicos o maquinaria agrícola muy sofisticada y, de manera general, es frecuente el uso del riego por encharcamiento o por goteo, extrayéndose el agua de pozos locales o, incluso, de aguas subterráneas.

Existe una tendencia al policultivo y a la biodiversidad dentro de los cultivos, de tal forma que se incluyen especies variadas y heterogéneas, escogiéndose aquellas que resultan más apropiadas al clima y a las características del entorno. Además, se suelen emplear semillas ecológicas procedentes de bancos propios, aunque, también, de fuentes externas y comerciales.

Este modelo no considera el suelo como un ecosistema con características propias y es frecuente el uso regular de abono orgánico y el empleo de determinadas técnicas de labranza (González-Marrero, 2018) como el arado, el barbecho y la quema de restos orgánicos (rastrojos). Consecuentemente, este tipo de técnicas suelen

generar homogeneización y compactación de la estructura del suelo, provocando el deterioro de las redes y de la diversidad de diferentes especies que habitan y construyen dicho ecosistema.

En definitiva, a pesar de que se intente hacer un uso eficiente de los nutrientes, los recursos y la energía, se tienden a emplear insumos externos que hacen que resulte un modelo de resiliencia media y de elevada dependencia energética que genera impactos negativos en la vida que tiene lugar en el huerto.

Modelo agrícola industrial

Tras la revolución industrial (s. XVIII) y el auge de los modelos capitalistas durante los años posteriores, se produjo una transformación de la agricultura, incorporándose innumerables innovaciones (Cáceres, 2002). Tiene como objetivo alcanzar una producción de alta eficiencia que responda a la ley del máximo beneficio, a las exigencias del mercado global e, incluso, a los intereses de las multinacionales (Álvarez, 2003; Madrid Tamayo, 2009).

Se basa en la mecanización del trabajo, en el monocultivo, en la escasa diversidad de ecosistemas y en el cultivo masivo en grandes extensiones. Al suelo, que se entiende como algo inerte, se le añaden de manera constante abonos industriales y se aplican prácticas como el arado o la manipulación con maquinaria agrícola. Emplea con frecuencia mecanismos de riego como el de aspersión, una técnica que requiere el empleo de aguas subterráneas y que genera, por tanto, un impacto negativo en los acuíferos.

Es un tipo de agricultura que muestra un evidente desajuste a los ciclos naturales. Alta dependencia de: fuentes energéticas e insumos externos y de uso de semillas modificadas genéticamente para alcanzar mejoras en las variedades de diferentes especies y al consumo de semillas comercializadas por multinacionales.

Modelo agrícola basado en la Permacultura

La permacultura es un término acuñado por Mollison y Holmgren y, tal y como se recoge en Holmgren (2013), se define como una agricultura, estilo de vida y cultura permanentes basados en un diseño que toma como referencia los patrones propios de la naturaleza (biomímesis) y las características de grupos humanos previos a la Revolución Industrial. Centrándonos en cómo se entiende la agricultura desde la permacultura algunos de los principios fundamentales son la capacidad de resiliencia y la búsqueda de un diseño que implique un bajo esfuerzo y desgaste energético a través del aprovechamiento de recursos que la propia naturaleza nos ofrece, integrando el conocimiento cotidiano y científico Se trata, además, de un modelo que persigue fomentar la soberanía alimentaria, la autosuficiencia, el consumo local, próximo y de temporada.

Uno de los aspectos clave en el diseño de un huerto es el suelo, que se entiende como un ecosistema vivo repleto de relaciones, redes y estructuras complejas entre diferentes microorganismos que coevolucionan con el agroecosistema del huerto. Se pretende crear un suelo permanente que no se manipule y que imite al de un bosque. De ahí que se apueste por el máximo aprovechamiento de los residuos orgánicos (en procesos como el compostaje o en el uso de acolchado) Suele emplearse un riego por goteo o riego manual y, en muchos casos, el agua proviene de tanques de agua recogida de la lluvia.

Otra de las principales características es la presencia de una gran biodiversidad de especies, de tal forma que se garantiza el policultivo y la máxima variedad genética. Además, hace posible que exista un control biológico y natural de plagas y de enfermedades, haciendo innecesario el uso de insumos externos y de productos agroquímicos

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo

Nos planteamos conocer el tipo de modelo agrícola que proponen estudiantes del Grado de Educación Infantil para un centro educativo durante una actividad formativa y la posible evolución. También, identificar las variables que usan para ello, saber cómo quedan caracterizados dichos modelos según las agrupaciones de las respuestas.

Contexto y participantes

La intervención didáctica se desarrolla en un grupo de estudiantes que cursa, de manera coordinada, las asignaturas cuatrimestrales de Conocimiento del Entorno Social y Enseñanza del Entorno Natural en la etapa de 0 a 6 años del 3º curso del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Sevilla en el presente curso 2019-20. Participaron 57 estudiantes siendo, el 94.7% mujeres. Al inicio de la intervención, los estudiantes plantean muchas dudas respecto a lo que estamos tratando y nombran dos modelos principalmente: el modelo ecológico y el tradicional, con justificaciones muy ambiguas o reproduciendo definiciones de materiales consultados.

Durante las 6 sesiones de carácter investigativo se abordan distintos aspectos que se presentan de manera resumida en la tabla 1. En este marco, de los guiones de reflexión que se facilitan al alumnado en forma de informe, para la investigación, se utiliza la pregunta ¿Qué modelo agrícola podemos adoptar en un centro educativo? Estos guiones se resuelven tras la sesión 3, informe 3 (momento 1, M1); y tras finalizar las clases con la realización del informe 4 (momento 2, M2). Ambos, de cumplimentación individual.

Tabla 1. Resumen de las sesiones dedicadas al huerto escolar.

SESIÓN	OBJETIVO DE LA SESIÓN/ACTIVIDADES REALIZADAS
1ª Presentación trabajo con el huerto	Cuestionario Inicial *Google-docs Individual* 1ª Visita Huerto. Informe 1
2ª Puesta en común	Determinamos las tareas y posibles investigaciones. 2ª Visita Huerto. Hipótesis Iniciales. Informe 2 Grupal
3ª Puesta en común/Exposición Dialogada Modelos Agrícolas	Puesta en común de dudas relacionadas con el informe 2 grupal. Exposición dialogada sobre los modelos agrícolas. Entrega documento: Tipificación de los modelos. Informe 3 Individual
4ª Preparación del huerto	Preparación de los bancales y limpieza del huerto. Taller sobre semillas (banco de semillas, biodiversidad y época de plantación)
5ª Plantación	Plantación en semilleros y plantación directa en los bancales con niños de infantil (Primer ciclo, 2 años)
6ª Evolución del huerto	Observación de la evolución de las plantas del huerto. Mejora del acolchado de los bancales. Taller sensorial en el huero. Lectura de un cuento. Informe 4 Individual

Metodología y análisis de la información

Para la obtención de datos se ha seguido un enfoque plurimetodológico (Creswell y Plano, 2010) con carácter interpretativo. Así, basándonos en técnicas de análisis de contenido, tras una primera lectura global de las respuestas dadas por los estudiantes en los dos momentos de análisis (M1 y M2), pudimos agruparlas según el modelo agrícola que proponían –modelo industrial, convencional y de permacultura– e identificamos, en cada

caso, las variables consideradas que justificaban dicha elección de modelo. Estas son: diseño del terreno (V1), suelo (V2), ciclo de nutrientes (V3), ciclo del C y cambio climático (V4), agua (V5), plagas y plantas silvestres competidoras (V6), biodiversidad (V7), energía (V8), producción agrícola y consumo (V9) y ciencia y tecnología (V10). Esto nos permite obtener una foto fija de cada caso (estudiante), además del recuento de frecuencia de variables argumentadas.

A partir de aquí, realizamos un estudio de Clúster que nos permite conocer cómo se agrupan y bajo qué variables lo hacen. Para ello, nos basamos en el análisis Jerárquico con método de agrupamiento Ward (la distancia que tiene cada miembro de un clúster de una gran media global) contando con las 10 variables binarias agrupando los casos (sujetos), por diferencia de patrón. Así, primeramente, obtenemos un dendograma en el que se pueden apreciar diferente número de posibles clúster. Seguidamente, con el método bietápico se establece la idoneidad de cada una de las posibles subdivisiones. A partir de aquí, se procede con el análisis de K-medias según el número de clúster que haya dado buen resultado de lo anterior. Eliminamos las variables que no son significativas ($p < .05$) para la clasificación y se repite, finalmente el K-medias para la obtención de los resultados definitivos.

RESULTADOS

Respecto al tipo de huerto que elige el estudiantado, en el M1, aproximadamente la mitad (49%) opta por permacultura, el 29.8% por un modelo convencional o tradicional, mientras que un 16% no se posiciona en ninguno y/o su respuesta no se vincula directamente con la pregunta. En el M2, la mayoría del alumnado (68.4%) elige un huerto basado en permacultura, mientras un 15.8% se lo plantea de tipo convencional, el resto (15.8%), no corresponde a ninguna opción. En ningún momento eligen el modelo industrial.

Enmarcados en el modelo de permacultura, en relación con las variables de estudio, en ambos momentos, lo justifican basándose principalmente en la variable ciclo de nutrientes (V3, 57.14% y 46.15 %, respectivamente) con respuestas del tipo: "[…] Un compostaje como transporte vertical y cíclico y, un acolchado para abonar el suelo mediante paja, hojas…" (A11).

En ambos momentos, suelo (V2), agua (V5) y biodiversidad (V7) son las variables más citadas para justificar este modelo. No obstante, los porcentajes varían de un 35.7% en el M1 a un 38.5% suelo y agua y un 33.3% biodiversidad, en el M2. Respecto al papel del suelo, resaltan el uso del acolchado y que no se ara. Léase respuestas del tipo: "El suelo está protegido con acolchado y no se ara, por lo que es mucho más seguro a la hora de que los niños lo traten" (A54). Con relación al agua, vuelven a reconocer el papel del acolchado respecto al ahorro de agua y el aprovechamiento del agua de lluvia, como se expresa: "[…] Por otro lado, no contamina y se aprovecha el agua, adaptándose a las épocas de sequía" (A49). Y, por último, acerca de la biodiversidad, referido al policultivo, como expone esta cita: "porque podemos plantar una gran gama de semillas diferentes dentro del mismo bancal" (A7).

El resto de las variables son citadas en los dos momentos, aunque con menor frecuencia, a excepción de la V10 (ciencia y tecnología) y V1 (diseño del territorio) que en el M1 no se citan.

Hay un porcentaje de respuesta bastante alto en los dos momentos (14.3% y 18% respectivamente) que no justifica su decisión.

Respecto al modelo convencional, en el M1, se manifiesta el idóneo, mayoritariamente, por razones de extensión, atribuyendo a este modelo agrícola poco espacio y posibilidad de manipulación manual y con pocas y sencillas herramientas, tales argumentos como:

> En mi opinión, considero que el modelo convencional es el más práctico y conveniente ya que en él se utilizan herramientas y maquinarias poco complejas y manejables para nosotros/as. Además, no se necesita de un gran espacio para llevarlo a cabo. Igualmente, en un centro llevaría a la práctica el modelo convencional, debido a que

se caracteriza por unas dimensiones pequeñas donde los niños/as tendrán una mayor facilidad para manipular y trabajar en él utilizando materiales simples y adecuados tanto para ellos/as como para los cultivos (A16).

La variable referida al diseño del territorio es la más citada (V1, 58.8%), pero reducida a cuestión de extensión. Además, residualmente, le atribuyen diversidad de plantas y sistema de riego por goteo (17.6%, respectivamente) y plaguicidas naturales y de producción destinada al autoconsumo (11.8%, respectivamente).

En el M2, los que se decantan por este modelo no justifican su elección (66.7%) y el resto, que sí lo hace, sigue el patrón anterior: poca extensión, uso de plaguicidas naturales, biodiversidad y para autoconsumo (22.2% respectivamente), léase: "Porque se usa en pequeñas extensiones, permite el policultivo, se manipula el suelo, es de práctica tradicional, lo que conlleva una conciencia practica y porque es de autoconsumo" (A54) (*sic*).

Llegados a este punto, en la Figura 1 se representan los clúster obtenidos para ambos modelos agrícolas quedando indicado el número de casos (N estudiantes de un total de 39 en permacultura y 9 en convencional) y las variables que lo conforman. En el análisis de clúster final, para el modelo convencional, quedan excluidas para la clasificación (por no haberse considerado) las variables 2, 3, 4, 8 y 10. En cuanto a la variable biodiversidad, resulta no significativa (V7, $p > .05$) para la clasificación. Asimismo, para el modelo permacultura, las variables Energía (V8) y Ciencia y tecnología (V10) no quedan representadas.

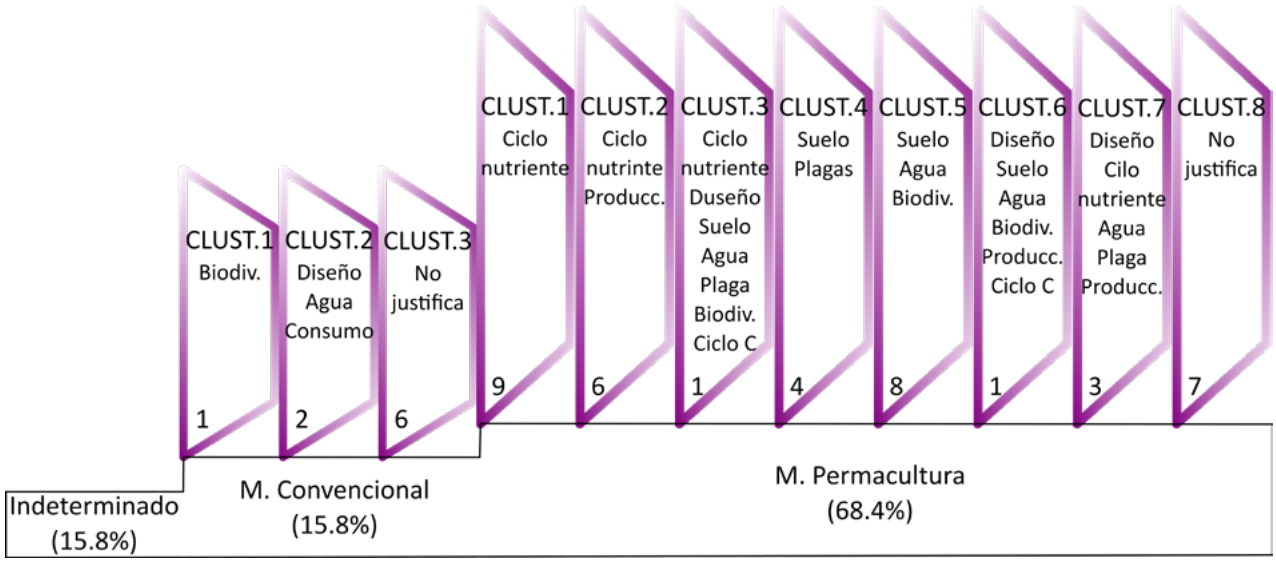


Figura 1. Representación de los clúster obtenidos para cada modelo. Elaboración propia.

En el momento de caracterizar el modelo de permacultura, como muestra la Figura 1, surgen 8 agrupamientos. Los grupos 3 y 6 representan situaciones aisladas (1 alumno, respectivamente) que caracterizan de manera más compleja este modelo. Sin embargo, el mayoritario (clúster1, 23%) basa su elección principalmente, en ciclo de nutrientes, junto a un 15% (clúster 2) que al ciclo de nutrientes le añade la variable producción y consumo. Hay otro grupo importante (clúster 5, 20.5%) que lo elige en base a tipología de suelo, agua y biodiversidad. Por otro lado, la sexta parte de la muestra no justifica su elección. Sobre el modelo convencional, se conforman 3 agrupamientos. El primer grupo basa su elección únicamente en la biodiversidad. Dos tercios no justifican la respuesta (cluster3), mientras que el resto aluden a parámetros como extensión, agua y producción (referida a autoconsumo).

Conclusiones e implicaciones formativas

A la luz de los resultados, parece que la estrategia formativa favorece el cambio a favor de un modelo agrícola basado en la permacultura como tipo ideal de huerto educativo. Este posicionamiento coincide con otros

estudios en el contexto de la formación inicial (Aragón, 2020). Si ponemos el foco en cómo lo caracterizan, el análisis de clúster nos ha permitido conocer las tendencias. De este análisis obtenemos datos con una importante implicación didáctica cuando se quiere trabajar tipos de huerto, ya que nos dibuja un alumnado que no piensa en términos de energía, de ciencia y tecnología ni de biodiversidad al analizar un sistema agrícola, particularmente, el basado en permacultura.

Asimismo, cuando se posicionan en un modelo agrícola convencional, la visión es tremendamente reduccionista y simple, lo asocian a cuestiones estructurales: poco terreno, producto suficiente para el autoconsumo y un sistema de riego sencillo, sin valorar otros aspectos claves. Lo que supone barreras conceptuales a considerar (Rodríguez-Marín et al., 2017). Finalmente, señalar acerca del modelo convencional, que parece que lo eligen como alternativa al modelo industrial más que al de permacultura. Imaginamos que, sobre todo, en el M1 (cuando es más resaltable esta opción de modelo), se debería a que la agricultura basada en permacultura se les antoja compleja, de difícil comprensión, además de novedosa y, las opciones se moverían entre el industrial y el convencional, coincidiendo estos resultados con los de Aragón (2020).

Así, dicho modelo agrícola queda contrapuesto al modelo industrial que, fácilmente, caracterizan por grandes explotaciones agrícolas y maquinaria pesada, además, destinada a una producción de mercado. Parece que los de esta opción agrícola se mueven más "cómodamente" en una opción intermedia, fundamentalmente durante la intervención. Entre ambos momentos, el cambio se debe a que parece "difuminarse" la caracterización de este modelo aumentando el porcentaje de aquellos que no justifican su opción de modelo convencional en aras de una mayor caracterización del modelo más complejo, el de permacultura (7 clúster).

Por otro lado, aquellas variables más consideradas, coinciden con aquellas en las que han tenido experiencias más prácticas durante la intervención realizada. Aunque, nos sorprende que, incluso habiendo acolchado el suelo de los bancales del huerto, algunos grupos no lo hayan identificado con el papel del suelo, aunque sí, con el reciclaje de nutrientes y el ahorro de agua. Luego, nos lleva a proponer la necesidad de profundizar en el papel del suelo, así como de aportar más actividades de contraste para tratar las otras variables menos consideradas y aquellas con un tratamiento *naive*. Conllevaría un conocimiento más fundamentado en la toma de decisiones frente a problemáticas ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Herrera, S. (2003). *Adopción tecnológica y dimensiones ambientales en un programa de desarrollo rural*. Estudio de caso: PRONADER – Guano (Tesis doctoral). Recuperado de: http://hdl.handle.net/10469/984

Aragón, L. (2020). ¿Desde qué perspectiva diseñamos nuestro huerto? Aproximación a la Agroecología desde la formación inicial del profesorado. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(2), 2201 (1-18). Recuperado de: https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3431/3609

Blair, D. (2009). The Child in the Garden: An Evaluative Review of the Benefits of School Gardening. *The Journal of Environmental Education*, 40(2), 15–38. DOI: https://doi.org/10.3200/JOEE.40.2.15-38

Brasil Dal Bello, U. (2018). Agroecologia e agricultura convencional. Un breve comparativo crítico. *VII Congreso Internacional de Agroecología*. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos: Córdoba.

Cáceres, D. (2002). Agricultura orgánica versus agricultura industrial: su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria*, 16, 29-39.

Ceballos M., Escobar T., Vílchez J.E. (2014) El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica. En APICE (Comp.) *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y segunda Escuela de Doctorado* (pp. 285-292). Huelva: Universidad de Huelva.

Creswell, J. W., y Plano Clark, V. L. (2010). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 2nd ed. Thousand

Oaks: Sage Publications.

Desmond, D., Grieshop, J., y Subramaniam, A. (2004). *Revisiting garden-based learning in basic education*. París: International Institute for Educational Planning (IIEP). Recuperado de: http://www.fao.org/3/a-aj462e.pdf

Eugenio M., Zuazagoitia D. y Ruiz-González A. (2018) Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(1), 1501. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501

González Marrero, C.J.A. (2018). Aperos de labranza ecocompatibles para un desarrollo local sostenible. *Revista digital de Medio Ambiente Ojeando la agenda*, *54*, 1-19. Recuperado de: https://mirevistadigital.files.wordpress.com/2018/07/labranza-ecologica.pdf

Gonzalez, C. (1998). *Huerto Escolar*. País Vasco: Ceida

Holmgren, D. (2013). *Permacultura: principios y senderos más allá de la sustentabilidad*. Argentina: Kaicron.

Junta de Andalucía (2019). *Aldea Programa de Educación Ambiental para la comunidad educativa. Catálogo curso 2018-19*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Consejería de Educación.

Madrid Tamayo, A. (2009). La agricultura orgánica y la agricultura tradicional: una alternativa intercultural. *Revista Letras Verdes*, 4, 24-30. Recuperado de: https://doi.org/10.17141/letrasverdes.4.2009.844.

Portillo, M. T. (2002). *An assessment of agricultural knowledge of kindergarten through sixth grade teachers*. Unpublished doctoral dissertation, Oklahoma State University, Stillwater, OK. Recuperado de: https://shareok.org/bitstream/handle/11244/46896/Thesis-2002D-P852a.pdf?sequence=1

Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J., Puig-Gutiérrez, M. y García-Díaz, J.E. (2017). Los huertos escolares ecológicos, un camino decrecentista hacia un mundo más justo. *Enseñanza de las ciencias*, *Número Extraordinario*, 805-810. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/20._los_huertos_escolares_ecologicos_un_ca-mino_decrecentista.pdf

CO.16 Profesorado en formación inicial: visión de ciencia y cambio emocional

Carolina Pipitone, Carlos Agudelo, Àngela García Lladó, Beatriz Cantero y Fina Guitart

Departament d'educació lingüística i literària i de didàctica de les ciències experimentals i de la matemática. Universitat de Barcelona. E-mail cpipitone@ub.edu

RESUMEN

En este trabajo se han identificado las emociones y las razones de cambio emocional del profesorado en formación inicial (PFI) en relación con la física y la química, en el contexto de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias en dos Universidades Públicas Catalanas. Además, se pretende conocer la visión de naturaleza de la ciencia (NDC) que explicitan el PFI e intentar establecer si hay relación entre el cambio emocional y la visión de NDC.

Los resultados muestran una modificación notable de emociones negativas hacia emociones positivas con respecto a la física y la química. Dichos cambios se relacionan con el rol del profesorado como acompañante del proceso de formación, como también la metodología de aula de carácter experimental. En relación con la NDC se identifica una visión de ciencia utilitaria, pero no es capaz de explicitar el conocimiento como producto de la actividad humana.

Palabras clave: Formación inicial del profesorado; visón de ciencia; emociones; física; química.

INTRODUCCIÓN

En trabajos anteriores nos hemos focalizado en la necesidad de identificar las emociones asociadas a la ciencia, su modificación y las posibles razones que promueven el cambio, con el objetivo de plantear de manera explícita esta relación entre los procesos de enseñanza-aprendizaje y las emociones.

Ahora nos preguntamos si además del cambio emocional podríamos identificar un cambio en la concepción de ciencia, al menos de la ciencia escolar; y también es plausible preguntarse si este cambio, en caso de que sea, tiene alguna relación con el cambio emocional y si son condicionantes entre sí.

Marco teórico

La consideración de los impactos sociales, la ética y los valores, etc., que ha contribuido a ampliar la visión de la ciencia en las últimas décadas hacia una visión más naturalista y humanista, ha conducido a valorar las emociones como parte intrínseca de la naturaleza de la ciencia y, por ello, debemos considerar activamente su papel central en la educación (Vásquez, 2013).

Las emociones se conciben como resultados de la interacción entre aspectos culturales, sociales e ideológicos, y son construidas por el profesorado a partir de sus relaciones sociales, sus sistemas de valores familiares y culturales, y de los contextos escolares que habita (Hugo et al., 2013; Zembylas, 2001, 2003). Estos factores influyen en cómo y cuándo se construyen y se expresan las emociones individuales. Por esto consideramos relevante estudiar la incidencia de nuestra labor docente en la construcción y modificación de las emociones del profesorado en formación inicial (PFI). Para ello nos propusimos hacer explicitas sus emociones, reflexionar sobre ellas y abordar la necesidad y la oportunidad de cambiarlas en el seno de las clases.

Las asignaturas de didáctica de las ciencias experimentales del Grado de Maestro de Educación Primaria, tanto optativas como obligatorias, pretenden favorecer una visión crítica de la ciencia y la tecnología y de su impacto social, así como ofrecer un cuerpo empírico de conocimientos construido a partir de la creatividad y el consenso, que sea modificable mediante el uso de modelos útiles para todos y todas. Estos objetivos concuerdan con algunas características de las concepciones emergentes de la NDC (Amador-Rodríguez & Adúriz-Bravo, 2017), pero ¿Hasta qué punto se consiguen? ¿Tienen algún efecto en el cambio de las emociones del PFI o viceversa?

Emociones y enseñanza de las ciencias del PFI

Las emociones juegan un papel vital en la educación y tienen gran impacto en la construcción de la "identidad profesional" de los futuros maestros (Hargreaves, 1998; Shapiro, 2010; Zembylas, 2003). Estudios recientes, hacen referencia a las actitudes negativas del alumnado hacia las ciencias (Dávila Acedo et al., 2016; Mellado Jiménez et al., 2014; Vázquez & Manassero, 2008) y al punto de inflexión que se presenta al final de la educación primaria, al aumentar el desinterés, el aburrimiento y la sensación de fracaso (Parkinson et al., 1998).

Dado que la mayoría del PFI ha estudiado las asignaturas de ciencias solo durante la ESO, es razonable suponer que su actitud y bagaje emocional en relación con la física y la química se hayan construido durante dicha etapa. Además, estudios recientes con futuros profesores han mostrado que el recuerdo de las emociones vividas en secundaria se transfiere a su práctica docente (Borrachero, 2015), alimentando un círculo vicioso difícil interrumpir.

El PFI que comienza a cursar las asignaturas presenta gran inseguridad en cuanto a su conocimiento científico, lo cual nos lleva a preguntarnos por la relación entre los aspectos emocionales y la consciencia propia del dominio del contenido científico. Cañal (2000) señala el riesgo del "analfabetismo funcional" cuando no se domina el contenido, puede suponer una barrera para el cambio didáctico ya que el profesorado se muestra inseguro, se vuelve más dependiente del libro de texto y dedica menos tiempo a los contenidos que no domina, en los cuales le cuesta detectar ideas alternativas y dificultades de aprendizaje (Appleton, 1995; Harlen & Holroyd, 1997).

Visión de NDC del PFI

La NDC es un metaconocimiento sobre la ciencia que se construye a partir de aportes de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia, cuyo significado preciso es difícil de definir (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Se trata de un conjunto de contenidos, seleccionados por su valor para la educación científica de la ciudadanía, procedentes mayoritariamente de la filosofía de la ciencia del siglo XX, ambientados en episodios de la historia y advertidos por la sociología contra el dogmatismo, el triunfalismo, el elitismo y el sesgo de género propios de las visiones de ciencia cientificistas (Izquierdo-Aymerich et al., 2016).

Existe un consenso en que la educación científica debe enseñar concepciones y actitudes apropiadas e informadas sobre qué es, cómo se construye y cómo funciona la ciencia y la tecnología, así como sus relaciones con la sociedad (García-Carmona et al., 2011).

Adherimos a la propuesta de Abd-El-Khalick (2013) al considerar que la NDC en la enseñanza favorece una comprensión más profunda del conocimiento científico en el alumnado, ya que este puede vivenciar las formas en que las comunidades científicas lo generan, transforman y validan. Y compartimos con Anderson (2013) que el profesorado que consigue aprehender de manera sólida los aspectos clave de NDC, y que considera su relevancia en la práctica científica, tiene más elementos para abandonar algunas 'viejas prácticas' en favor de otros enfoques que refuerzan los entornos auténticos de aprendizaje de las ciencias donde el alumnado se sienta partícipe.

Para Gess-Newsome (2002), el profesorado en general tiene poca formación sobre la naturaleza de su disciplina, y esto condiciona la enseñanza de temáticas nuevas, incluso más que la falta de conocimiento sobre ellas. Sin ese conocimiento, el profesorado presenta su disciplina desde puntos de vista positivistas ya superados actualmente. En cambio, un buen conocimiento sobre la NDC le posibilita aprender con sus alumnos si tiene bien interiorizadas los grandes modelos de la ciencia (Pipitone, 2013).

Relación entre NDC y Emociones en la FIP

Considerando que la NDC y las emociones intervienen de manera directa en el desarrollo profesional del PFI, intentamos establecer relaciones entre ellas y aportar a la construcción de un marco de referencia para contribuir al desarrollo profesional del PFI que no elige las ciencias experimentales de manera vocacional. La identificación de estas relaciones podría facilitar al PFI apropiarse de las ideas claves de la ciencia escolar, cuestionando y enriqueciendo el modelo de ciencia simplista que se perpetua habitualmente en las aulas.

OBJETIVOS

Los objetivos planteados para este trabajo son:

- Identificar y explicitar las emociones del PFI en relación con la física y la química.
- Identificar la visión de ciencia del PFI.
- Establecer posibles relaciones entre las ideas de NDC y las emociones del PFI en relación con la física y la química.

METODOLOGÍA

La recogida de datos ha sido realizada mediante un formulario digital enviado a través del Campus Virtual al finalizar el semestre de las diferentes asignaturas implicadas.

El formulario presenta cuatro apartados principales: en el primero se recoge información para caracterizar el grupo participante. En el segundo se hace referencia a las emociones generadas por la ciencia. En el tercero se busca identificar la visión de ciencia y en el último reflexionan sobre la ciencia aprendida durante la formación profesional y las posibles razones de cambio en las emociones.

Los datos analizados corresponden a 2 grupos de PFI del Grado en Educación Primaria de dos universidades públicas de Cataluña (curso 2019-2020) al finalizar asignaturas de didáctica de las ciencias. Se obtienen 57 respuestas completas del formulario.

El proceso de análisis de los datos se ha llevado a cabo utilizando la categorización propuesta por Pipitone et al. (2019) en los aspectos relacionados con las emociones. Mientras que a partir de la especificación de la NDC de Krischfe et al. (2002) se propone una categorización para las respuestas a la pregunta ¿Cómo definirías qué es la ciencia? (Tabla 1).

A partir de los datos se identifican 3 aspectos principales de NDC: empírica, humana y dinámica. Relacionado a cada una de ellas, se clasifican según si tienen en cuenta o no estos aspectos de NDC.

Tabla 1: Categorización de NDC a partir de la propuesta de Krischfe et al. (2002)

CATEGORIZACIÓN	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Empírico	Emp – Si	Se explicita que el conocimiento científico parte de la observación del entorno natural.
	Emp – No	Se explicita que el conocimiento científico no parte de la observación del entorno natural.
	Emp – 0	No se menciona la fuente del conocimiento científico.
Humano	Hum – Si	Se explicita que el conocimiento científico es producto de capacidades humanas como la imaginación y/o la creatividad.
	Hum – No	Se explicita que el conocimiento científico es objetivo y no tiene relación con la imaginación ni la creatividad.
	Hum – 0	No se menciona ninguna relación del origen del conocimiento con capacidades humanas.
Dinámico	Din – Si	Se explicita que el conocimiento científico es dinámico.
	Din – No	Se explicita que el conocimiento científico es estático.
	Din – 0	No se menciona nada sobre el progreso científico.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados más destacados en tres apartados. Emociones y Ciencia: ¿Qué me hace sentir la ciencia?; Visión de ciencia: ¿Cómo entiendo la ciencia escolar? Y, finalmente, la reflexión sobre la ciencia aprendida.

Emociones y ciencia

Los resultados obtenidos relacionados con las emociones provocadas por la ciencia ponen en evidencia una diferenciación entre las ciencias en general y la física y la química (figura 1). Las emociones positivas son más frecuentes para las ciencias en general que para la física y la química, aunque estas también suscitan emociones positivas. Las emociones negativas, en cambio, son más frecuentes en relación con la física y la química,

destacándose la angustia, la frustración, la tensión y el miedo.

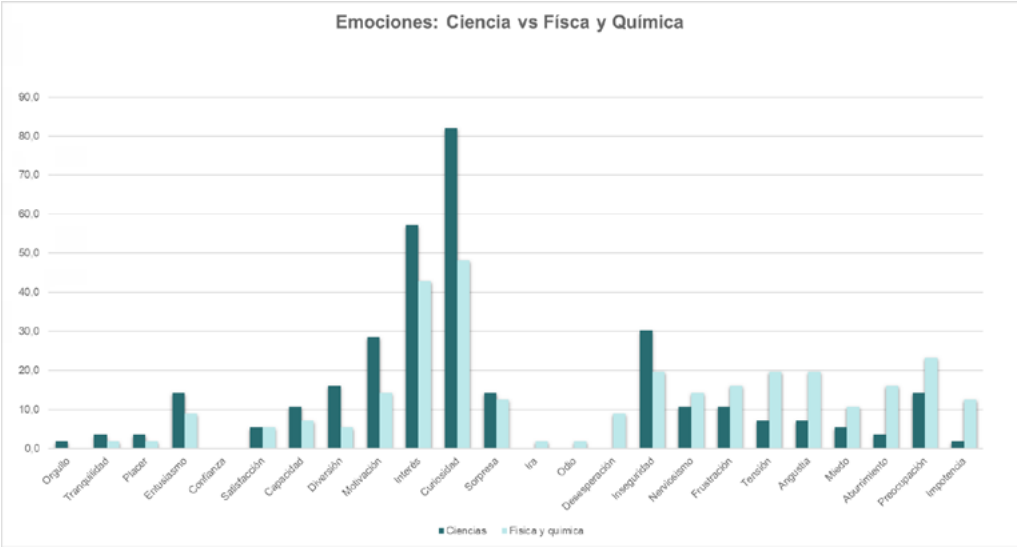


Figura 1. Comparación emociones de ciencia vs física y química.

Visión de ciencia

Los resultados se muestran en la tabla 2, a partir de las categorías ya presentadas (Tabla 1)

Tabla 2. Resultados de NDC

CATEGORIZACIÓN	CÓDIGO	FRECUENCIA
Empírico	Emp – Si	49
	Emp – No	0
	Emp – 0	8
Humano	Hum – Si	4
	Hum – No	13
	Hum – 0	40
Dinámico	Din – Si	1
	Din – No	4
	Din – 0	52

El análisis de las distintas características del conocimiento científico evidencia que no se consideran todos los aspectos trabajados (empírica, humana, dinámica) como tampoco se observa un predominio de algún aspecto sobre los otros.

La mayoría de alumnado reconoce que la ciencia tiene una naturaleza empírica, en ocasiones limitada a temáticas concretas.

> "Un espacio para experimentar cosas nuevas y hablar de temas curiosos a los cuales los alumnos no están acostumbrados" [58]

Se reconoce la ciencia como un conocimiento necesario para interpretar el mundo, con características sobre todo empíricas; sin embargo, se observa que no se explicita como una construcción de conocimiento propia de la actividad humana.

> "Es el estudio de un conjunto de saberes que se basa en el descubrimiento, la observación, la experimentación, etc." [56]

En relación con la naturaleza humana del conocimiento científico, se observa una visión utilitarista de la ciencia, según la cual es presentada como una herramienta o medio para interpretar, investigar, pensar, etc. Sin embargo, no se tiene en cuenta su condición de producto de la actividad humana.

> "La ciencia es una disciplina experimental que nos ayuda comprender cómo funciona el mundo, de qué está hecho y es necesaria para poder avanzar como sociedad (medicina, tecnología ...)" [38]

Finalmente, se observa que el alumnado prácticamente no hace referencia al progreso del conocimiento científico producto de la actividad humana. Las únicas menciones que se hacen refuerzan un carácter estático y objetivo de las visiones más tradicionales de la NDC

> "La ciencia es una herramienta a través se explica la realidad de una manera objetiva." [35]

La ciencia aprendida

De los datos (tabla 3) observamos que el 90% del PFI expresa haber experimentado un cambio positivo en cuanto a sus emociones. Al argumentar las razones de cambio, lo que más destaca el PFI es el rol del profesorado que promueve el cambio emocional (85%). También destaca, pero en menor medida, la combinación que se hace durante el curso del contenido didáctico con el contenido científico (55%).

Tabla 3. Razones de cambio emocional relacionados a la física y la química.

LAS CAUSAS DEL CAMBIO	FRECUENCIA	%
El rol del profesorado como acompañante de los aprendizajes de PFI	48	85,7
El trabajo experimental y manipulativo como agente facilitador del cambio emocional	43	76,8
La despenalización del error como herramienta facilitadora del cambio emocional	32	57,1
La combinación del contenido científico con el contenido pedagógico/didáctico	31	55,4

Cuando se le pidió al PFI que expresara cuál consideraban que era la razón que más había favorecido su cambio emocional, encontramos que priorizan prácticamente de igual manera "El rol del profesorado como acompañante de los aprendizajes" y el "trabajo experimental y manipulativo", mientras que alrededor de un 5% del PFI participante hace referencia a la importancia de abordar la asignatura a partir de *la* "combinación del contenido científico con el contenido pedagógico/didáctico".

CONCLUSIONES

En general, se observa que las emociones suelen ser más negativas en relación con la física y la química que con la ciencia en general y, concretamente, con la biología y la geología que son las otras ciencias experimentales que se estudian en el grado de educación primaria.

El PFI comparte mayoritariamente una visión de ciencia utilitaria, mediante la cual la sociedad hace uso de la

ciencia para su beneficio cotidiano e intelectual. Mientras que no es capaz de explicitar el conocimiento como producto de la actividad humana.

Además, el PFI reconoce su carácter empírico y reproducible, sin embargo, no se evidencia que puedan relacionarlo con la manera en la que progresa (o no) el conocimiento científico, es decir su carácter dinámico.

En relación con las emociones respecto a la física y la química, el PFI considera que han cambiado positivamente durante el curso de las asignaturas de didáctica de las ciencias, y este cambio se le atribuye principalmente al papel del profesorado como acompañante en el proceso de aprendizaje. Además, el PFI destaca el uso del error como herramienta de aprendizaje y de la combinación de los contenidos científicos con los didácticos como estrategia curricular.

A partir los resultados podemos concluir que, si bien el rol del profesorado influye en el cambio emocional favorable hacia la física y la química, como también la explicitación y reflexión de dichos cambios con el propio PFI. Ahora bien, en relación con la NDC se observa que no es suficiente el cambio emocional para enriquecer la visión sobre NDC hacia una concepción dinámica producto de la actividad humana, de la cual el PFI pueda sentirse participe.

Estos resultados nos llevan a plantear la necesidad de trabajar de manera explícita, al igual que se reflexiona sobre las emociones, los aspectos relacionados a la visión de NDC. Por lo tanto, es importante incluirlos en la planificación de las asignaturas de ciencias, para favorecer la construcción/modificación de las visiones de ciencia en el PFI, ya que generalmente no la perciben como una actividad humana, y como tal, no la relacionan con aspectos como la imaginación, creatividad y las emociones.

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia PGC2018-096581-B-C21) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, *22*(9), 2087-2107. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2

Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, *13*(1), 3-19.

Amador-Rodríguez, R. Y., & Adúriz-Bravo, A. (2017). Concepciones emergentes de naturaleza de la ciencia (NOS) para la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias, número extra*, 3499-3504.

Anderson, R. D. (2013, marzo 7). *Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula*. Handbook of Research on Science Education. https://doi.org/10.4324/9780203824696-34

Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self‐confidence? *International Journal of Science Education*, *17*(3), 357-369. https://doi.org/10.1080/0950069950170307

Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Secundaria*. Universidad de Extremadura.

Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *24*, 46-56.

Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Sánchez Martín, J., & Mellado Jiménez, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, *27*(3), 217-225. https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001

García-Carmona, A., Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de

la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *29*(3), 403. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443

Gess-Newsome, J. (2002). Secondary Teachers' Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. En J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Vol. 6). Kluwer Academic Publishers. http://www.springerlink.com/content/j66t4t4m510021u3/

Hargreaves, A. (1998). The emotional practice of teaching. *Teaching and Teacher Education*, *14*(8), 835-854. https://doi.org/10.1016/S0742-051X(98)00025-0

Harlen, W., & Holroyd, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: Impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, *19*(1), 93-105. https://doi.org/10.1080/0950069970190107

Hugo, D., Sanmartí, N., & Adúriz-Bravo, A. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el practicum. *Enseñanza de las ciencias*, *31*(1), 151-168. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.606

Izquierdo-Aymerich, M., García-Martínez, Á., Quintanilla-Gatica, M., & Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Khishfe, R., & Abd□El□Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry□oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *39*(7), 551-578.

Mellado Jiménez, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., & . E. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 11-36. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478

Parkinson, J., Hendley, D., Tanner, H., & Stables, A. (1998). Pupils' Attitudes to Science in Key Stage 3 of the National Curriculum: A study of pupils in South Wales. *Research in Science & Technological Education*, *16*(2), 165-176. https://doi.org/10.1080/0263514980160206

Pipitone, C. (2013). *Visión del profesorado sobre la implementación de una nueva asignatura: Ciencias para el mundo contemporáneo* [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona.

Pipitone, C., Guitart, F., Agudelo, C., & Garcia Lladó, A. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, *3*(1).

Shapiro, S. (2010). Revisiting the teachers' lounge: Reflections on emotional experience and teacher identity. *Teaching and Teacher Education*, *26*(3), 616-621. https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.09.009

Vásquez, A. (2013). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y la tecnología. En V. Mellado, L. Blanco, A. B. Borrachero, & J. A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 245-278). DEPROFE.

Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, *8*(3), 274-292. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03

Zembylas, M. (2001). Constructing genealogies of teachers' emotions in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*, 79-103. https://doi.org/10.1002/tea.10010

Zembylas, M. (2003). Emotions and Teacher Identity: A Poststructural perspective. *Teachers and Teaching*, *9*(3), 213-238. https://doi.org/10.1080/13540600309

CO.17 La evolución de las preguntas investigables en la formación inicial del profesorado

María Rosa Aguada Bertea, Carolina Pipitone Vela, Anna Marbà Tallada.

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universitat Autònoma de Barcelona. mariarosaguada@gmail.com

RESUMEN

En esta investigación se pretende identificar de qué manera el profesorado en formación inicial de educación primaria formula preguntas investigables (PI), como así también la evolución que evidencian durante el desarrollo de una asignatura de didáctica de las ciencias. Del estudio se observa que la capacidad de formular PI estaría condicionada por el dominio del contenido científico a trabajar, reflejando que a mayor dominio las PI presentan mayor demanda cognitiva. Además, se observa que la reflexión explicita de qué es una PI favorece la formulación de las mismas. Sin embargo, dicha reflexión no es suficiente para que el profesorado en formación inicial formule buenas PI.

Palabras clave: Formación Docente; Indagación; Preguntas Investigables, Enseñanza de las Ciencias.

INTRODUCCIÓN

Las preguntas investigables (PI) tienen especial relevancia dentro de la competencia de indagación, por lo que esta investigación tiene como finalidad profundizar en el conocimiento sobre cómo el profesorado en formación de primaria formula PI.

Si bien hay un buen corpus de conocimiento acerca del papel que tienen las PI en el aprendizaje de las ciencias, así como las características que deben tener, la mayoría de estas investigaciones hacen referencia al aprendizaje en las etapas de primaria o secundaria. Sin embargo, no hay demasiados estudios que hagan referencia al proceso de cómo aprenden a formularlas las y los futuros docentes, es aquí donde se sitúa el marco de esta investigación.

OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación son:

1. Caracterizar y clasificar las preguntas que formula el alumnado, y evaluar la progresión a lo largo de diferentes momentos del desarrollo de la asignatura Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción.
2. Describir de qué manera definen qué es una PI, y cómo evoluciona esta definición durante la asignatura.
3. Analizar la compatibilidad entre el ejemplo de PI dado y la definición propuesta.

MARCO TEÓRICO

La importancia de la formación docente en competencias científicas

La incorporación de la visión competencial en la formación inicial del profesorado cobra especial valor puesto que, la apropiación de dichas competencias por parte del profesorado favorecería el desarrollo de estas en sus aprendices (Barceló et al., 2013; Cortés et al., 2012).

La indagación es una de las competencias científicas a desarrollar dado que ha supuesto un primer paso hacia la comprensión de la ciencia escolar, como enculturación en las prácticas científicas (Windschitl, Thompson & Braaten, 2008; Ferrés & Marbà, 2017). Más allá de su importancia, diferentes autoras señalan que las prácticas de indagación no han alcanzado niveles de calidad aceptables en su implementación en las aulas (Anderson, 2002; Simarro, Couso & Pintó, 2013).

Preguntas investigables (PI) en indagación

Las buenas preguntas son el eje a partir del cual se genera el conocimiento científico, y por ello también son importantes para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Chin & Osborne, 2008; Sanmartí & Márquez, 2012). La enseñanza basada en indagación supone promover el planteo de buenas PI en las que los contenidos son instrumentalizados (Ben□David & Zohar, 2009; Möller & Mayer, 2010; Windschitl, 2003; Ferrés & Marbà, 2017). Tradicionalmente el profesorado presenta dificultades en la elaboración de preguntas útiles como punto de partida para el aprendizaje basado en indagación, sobre un tema determinado (Roca, 2005; Domènech, 2014).

Una PI hace referencia a la relación entre diferentes factores o fenómenos sobre los que se busca investigar, recogiendo datos y analizándolos (Ferrés, 2017). Es por ello que la comprensión conceptual de los fenómenos analizados está estrechamente vinculada con el desarrollo de la capacidad de formular PI y que la identificación de variables es un punto de partida eficaz para formularlas (Sanmartí & Márquez, 2012; Furman, Barreto & Sanmartí, 2013).

Por otra parte, García y Furman (2014) establecen tres categorías para clasificar las preguntas propuestas por niños y niñas de primaria, en un contexto de indagación. Por un lado, las preguntas orientadas a obtener un

dato o un concepto, otra categoría se vincula a preguntas que indagan por causas explicativas y finalmente las PI, que invitan a realizar una observación, una medición o una investigación.

Por su parte Ferrés (2017) observó que, para formular PI que promuevan el análisis de datos y la relación con los conceptos científicos, es necesario reflexionar sobre las características de estas preguntas. Esto implica que el dominio conceptual del contenido es importante, pero no suficiente, dado que además debe dominarse el procedimiento de formulación de PI (Ferrés, Marbà & Sanmartí, 2015).

METODOLOGÍA

Descripción del contexto y del instrumento de recolección de datos

Este estudio se realizó en la Universidad de Barcelona en el Grado de Educación Primaria, en una asignatura obligatoria de didáctica de las ciencias (Física y Química). Participaron 57 estudiantes y a los fines de esta comunicación se analizó un subgrupo de 14 de ellos, que completaron todas las actividades propuestas.

Como método de recogida de datos se utilizaron cuatro cuestionarios de preguntas abiertas en distintas sesiones a lo largo del curso. La demanda propuesta en cada cuestionario incluyó la formulación ejemplos de PI y la definición de cómo entienden a las PI.

El primer cuestionario (Q1) se realizó en la segunda sesión de aula (S2), luego de una presentación general de la asignatura en la primera (S1). Durante la sesión 6 (S6) se tomó el Q2 que se excluye ya que no responde al objetivo de esta comunicación.

Durante la S7 se recogen datos mediante dos cuestionarios, uno previo (tercer cuestionario: Q3) al abordaje explicito, por parte del profesorado de la asignatura, de la clasificación de preguntas propuesta por García y Furman (2014) y otro posterior (cuarto cuestionario: Q4) a la presentación. En el Q3 se solicitó una definición de PI en ciencias experimentales y tres ejemplos para el tema de disoluciones. El Q4 plantea tres preguntas: 1) Después de hacer la práctica y de la clase, ¿Cómo reformularías tus preguntas iniciales? 2) Explica brevemente qué es una PI en ciencias experimentales. Por causas de tiempo se solicita que al menos reformulen una, es por ello que se obtuvo un número menor de preguntas formuladas.

El último cuestionario (Q5) se realizó al finalizar una sesión (S13) en la que realizó un debate sobre energías renovables y energía nuclear, a partir de la visualización de dos videos.

Análisis de datos

Para abordar el O1, se realiza una primera categorización de las preguntas formuladas según si hacen referencia (*Temas CE*) o no (*Temas No CE*) a fenómenos de interés para las ciencias experimentales. Luego, las correspondientes a la categoría *Temas CE*, fueron subcategorizadas en *preguntas investigables* (PI), *causales* (PC), o de *información* (PDC) tal como proponen García y Furman (2014).

Tabla 1. Taba de análisis de correspondencia entre PI y definiciones propuestas por el alumnado

COMPATIBILIDAD ENTRE LA DEFINICIÓN DE PI Y LOS EJEMPLOS PROPORCIONADOS				PDC	PC	PI
DIMENSIÓN DE LA ACE	CRITERIO (CONCEPTO CLAVE QUE EXPRESA)	CATEGORÍA	CÓDIGO			
PENSAR	La finalidad de la pregunta es encontrar respuestas o soluciones	Buscar información	A1	SI	DE	NO
		Encontrar respuestas	A2	SI	DE	NO
	Preguntas para resolver un problema o explorar un ámbito desconocido	Preguntas para resolver o explorar	B1	NO	SI	SI
	Finalidad de la pregunta es construir una respuesta	Probar hipótesis o contrastarlas	C1	NO	NO	SI
		Relacionar conceptos e ideas	C2	NO	SI	SI
		Construir una explicación	C3	NO	SI	SI
	Finalidad didáctica	Tiene objetivos didácticos	D1	DE	DE	DE
HACER	La finalidad es experimentar	Investigar o indagar	E1	NO	NO	SI
		Buscar un resultado	E2	NO	NO	SI
		Generar nuevas hipótesis o preguntas	E3	NO	NO	SI
COMUNICAR	Comunicar lo trabajado en el proceso de investigación	Elaborar un informe	F1	NO	NO	SI
SENTIR	Dimensión afectiva	Genera motivación y curiosidad o significa un reto	G1	DE	DE	DE

Para abordar el O2 se analizaron las definiciones de PI propuestas, de las que surgen categorías basadas en el concepto clave que expresan. Estas categorías se asociaron, a su vez, a una dimensión de la actividad científico escolar (ACE) (Izquierdo, Sanmartí & Espinet, 1999). Finalmente, para el O3 se analizó la compatibilidad entre los ejemplos de PI (O1) y la definición (O2) (Tabla 1). Se consideró que hay compatibilidad cuando el objetivo de la definición y el de la pregunta son los mismos. En algunos casos esta compatibilidad dependió del ejemplo de PI propuesto (DE). La clasificación y codificación de las preguntas fue realizada de manera individual y luego triangulada por el equipo de trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1

Se analizó un total de 149 preguntas formuladas por 14 estudiantes. El mayor número de preguntas *Temas NO CE* se observa en el Q1 realizado durante la S2 (Figura 1). Hasta ese momento, solo se habían trabajado aspectos didácticos. Durante los cuestionarios siguientes las preguntas de *Temas NO CE* tienen muy baja frecuencia, pero sí vuelven a plantearse en el Q5, realizado luego de un debate sobre energías renovables y nuclear (Figura 1).

Las preguntas correspondientes a la categoría "Temas CE" fueron subcategorizadas, y se consideró como PDC, por ejemplo, a la formulada por una estudiante:

"¿El alcohol pesa más que el agua?"

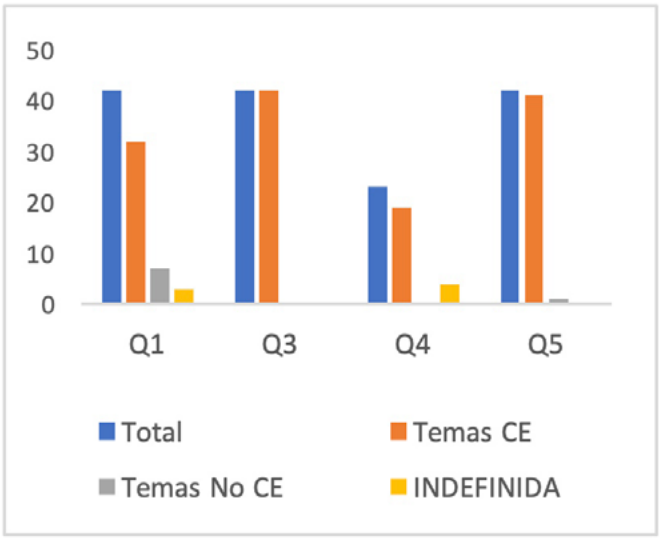
Se clasificó como PC a preguntas como la siguiente:

"¿Por qué se forman burbujas al revolver una mezcla de alcohol y el agua?"

Finalmente, se consideró como PI, por ejemplo:

"¿Qué pasaría si además de mezclar alcohol y agua, agregamos aceite?"

En el Q1 se observa que las preguntas de mayor frecuencia son las PDC y las de menor las PI (Figura 2). En el Q3 se evidencia un incremento en la frecuencia de PI, aunque en el Q4, las PI predominan notablemente sobre las otras. Finalmente, en el Q5, se observa un incremento en las PDC y disminución de las PI.



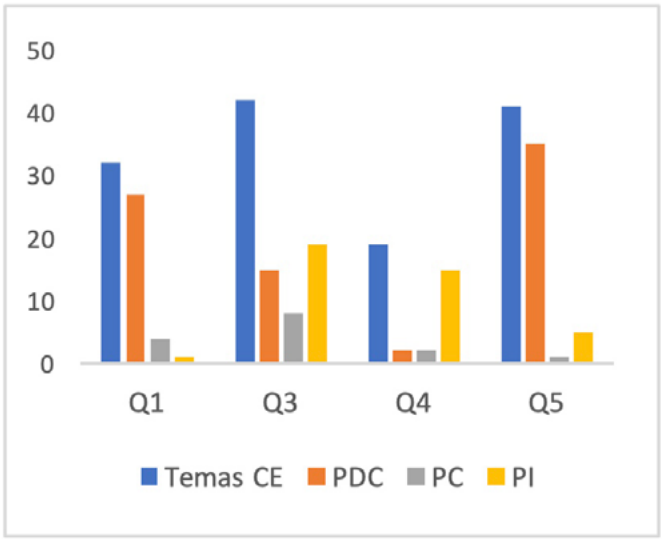


Figura 1. Frecuencia de preguntas Temas CE, Temas No CE e indefinidas respecto al total planteado por el grupo de 14 estudiantes.

Figura 2. Frecuencia de PDC, PC y PI formuladas por el grupo de 14 estudiantes

El cambio en el tipo de preguntas que formula el alumnado, detectado en Q3, se da luego de la realización de la sesión (S6) sobre disoluciones, en la que se desarrolla una práctica POE (Predicción- Observación- Explicación). Esta sesión contribuye a que se consolide el dominio del contenido que poseen y la identificación de las variables que intervienen en el fenómeno, fundamental para la formulación de PI (Sanmartí y Márquez, 2012).

Los resultados del Q4 -obtenido también en la S6, después de trabajar la clasificación propuesta por García y Furman (2014)- evidencian que, además del dominio del contenido, también es importante desarrollar de manera complementaria la competencia de formular preguntas (Osborne, 2014; Ferrés, 2017).

Desde esta perspectiva analizamos el Q5, en el que nuevamente dominan las preguntas de información. En este sentido, si bien no es desconocida para el alumnado la discusión sobre energías limpias y nuclear, al ser abordada desde una perspectiva diferente (a favor de la energía nuclear), parece lógico que emerjan preguntas que ayuden a describir el fenómeno, para construir una explicación (Sanmartí y Márquez, 2012).

Objetivo 2

Se observó que inicialmente definen una PI como aquella que promueve la descripción del fenómeno o establecer relaciones causales. Es así que, por ejemplo, una estudiante define una PI como:

"Aquella que te hace buscar información para poder responderla"

A partir del Q3, las definiciones propuestas incrementan la demanda cognitiva al implicar procesos más complejos como la comprobación o gestión de nuevas situaciones. Ejemplo de ello es la propuesta por otra estudiante que considera una PI como:

> *"Es una pregunta que nos permite construir conocimiento científico, a través de la cual investigaremos para arribar a una conclusión"*

Por otra parte, cabe mencionar que, si bien hay una evolución hacia incluir a la experimentación dentro de los objetivos, parece descuidarse el valor de las ideas o conceptos para elaborar las explicaciones.

Objetivo 3

Este objetivo pretende relacionar los dos anteriores, por ello se cruzaron las preguntas analizadas en el O1 con las definiciones de PI analizadas en el O2 (Tabla 1). Se observó que, tanto en el Q1, como en el Q3 y Q4, la mayoría de las preguntas correspondientes a *Temas CE* son compatibles con la definición de PI propuesta (Figura 3).

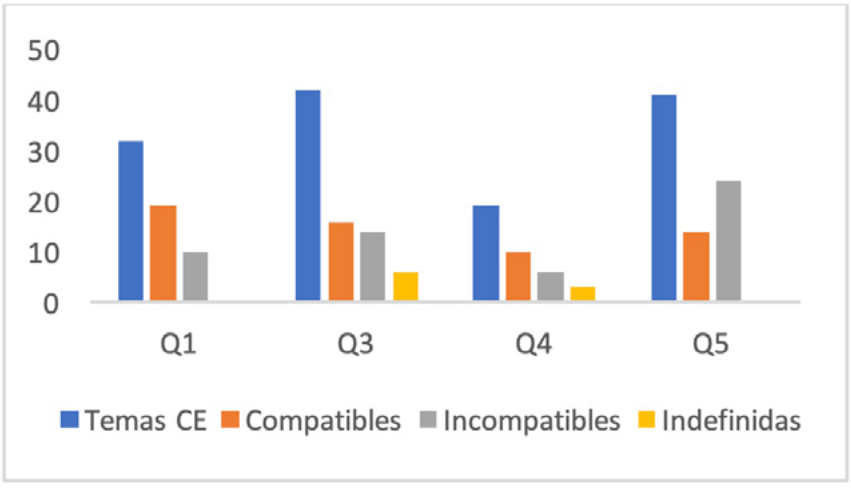


Figura 3. Correspondencia entre preguntas formuladas y definiciones de preguntas investigables.

Se observa que en el Q5 aumentan las relaciones de incompatibilidad definición-ejemplo. En este caso se percibió que el alumnado define de un modo más completo a las PI, pero que se incrementan los ejemplos del tipo PDC. Esto implicaría que, son capaces de definir PI, pero no de formularlas para las temáticas que no dominan, reforzando así la importancia que tiene el dominio del contenido para la formulación de PI (Osborne, 2014; Sanmartí & Márquez, 2012).

CONCLUSIONES

En esta investigación se ha constatado que las preguntas formuladas por el alumnado fueron incrementando su complejidad a lo largo de las sesiones. Dentro de los factores que se han relacionado a la evolución de las PI, se observa que tanto el *dominio del contenido* como discusión explicita en el aula sobre *qué es* una PI y sobre *cómo* se formulan condicionan el tipo de preguntas.

El impacto del *dominio del contenido* se evidenció al trabajar con las prácticas POE, ya que el alumnado propuso PI como consecuencia de la aproximación al fenómeno y de la necesidad de resolver el conflicto generado al contrastar sus predicciones con el fenómeno observado. Así mismo, se constató que este conflicto promovió

la identificación de variables sobre las cuales formular PI, que van más allá de lo evidente.

Durante la última sesión de recogida de datos, se propuso una actividad sobre energías limpias y energía nuclear desde la defensa del uso de energías nucleares. A pesar de que el alumnado ya había formulado y definido PI, el hecho de no dominar el tema desde la perspectiva planteada, puede considerarse un factor condicionante a la hora de plantear PI. Esto implicaría que reflexionar acerca de qué es una PI incide en las definiciones de PI, pero no es suficiente para su formulación ya que el dominio del contenido tiene un rol fundamental.

A partir de lo observado podemos concluir que, no solo es importante conocer el procedimiento de formulación de las PI (Ferrés, 2017; Ben-David & Zohar, 2009), sino que además el hecho de estar familiarizado con el contenido resultó fundamental, tal como ya han descripto otros autores (Furman et al., 2013; Osborne, 2014; Sanmartí & Márquez, 2012).

La forma en la que el alumnado entiende las PI cambió significativamente a lo largo del curso y dicha evolución radica en la modificación de los objetivos atribuidos a las PI en las definiciones propuestas. Inicialmente proponían que una PI debe resolverse mediante la búsqueda directa de información y posteriormente incrementaron las definiciones que incluían aspectos experimentales. Uno de los factores que puede haber favorecido el avance ha sido el hecho de abordar explícitamente la clasificación y caracterización teórica de los diferentes tipos de preguntas.

En relación al vínculo entre lo que considera el alumnado que es una PI y la ejemplificación propuesta, se observó que la evolución en las definiciones no se correspondió la de los ejemplos propuestos y esto se asociaría al escaso dominio del contenido. Esto implica que dominar el contenido teórico y poder definir una PI no siempre implicó poder formularlas.

Consideramos que la formulación de buenas PI debe ser promovida en la formación inicial del profesorado, dado que supone una mejora del rol docente como generador y promotor de preguntas para la enseñanza basada en indagación. Por otra parte, tendría impacto en la capacidad de propiciarlas en sus aprendices.

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia PGC2018-096581-B-C21) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR139.9)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, *13*(1), 1-12. https://doi.org/10.1023/A:1015171124982

Barceló, M. L., López, E. & Camilli, C. R. (2013). Análisis de las competencias genéricas del docente de Educación Primaria. Estudio de caso. En *Las competencias básicas: competencias profesionales del docente* (pp. 21–32). La Mancha: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of Meta-strategic Knowledge to Scientific Inquiry Learning. International Journal of Science Education, 31(12), 1657-1682. https://doi.org/10.1080/09500690802162762

Chin, C. & Osborne, J. (2008). Students' questions: A potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, *44*(1), 1-39. https://doi.org/10.1080/03057260701828101

Cortés, Á. L., De la Gándara, M., Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra, J., Arlegui, J. & Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *30*(3), 156. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n3.597

Domènech, J. (2014). Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas por ordenador.

Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, (76), 17-27.

Ferrés, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *14*(2), 410-426.

Ferrés, C. & Marbà, A. (2017). *La competència d´indagació i la seva avaluació en els estudiants de batxillerat*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

Ferrés, C., Marbà, A. & Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, *12*(1), 22-37. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03

Furman, M., Barreto, M. del C. & Sanmartí, N. (2013). El proceso de aprender a plantear preguntas investigables. *Educació Química EduQ*, (14), 11–18. https://doi.org/10.2436/20.2003.02.102

García, S. M. & Furman, M. G. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, *5*(10), 75. https://doi.org/10.19053/22160159.3023

Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-60.

Möller, A. & Mayer, J. (2010). Learning progressions in biological inquiry skills. En *Learning Progressions. German and Swiss Studies on Models of Competence Development* (p. 26).

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177-196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1

Roca, M. (2005). Les preguntes a les classes de ciències. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 2, 31.

Sanmartí, N. & Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, *70*, 27-36.

Simarro, C., Couso, D. & Pintó, R. (2013). *Indagació basada en la modelització: un marc per al treball pràctic*. 9.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, *92*(5), 941-967. https://doi.org/10.1002/sce.20259

CO.18 ¿Cómo utilizan sus competencias profesionales en didáctica de las ciencias los alumnos del Grado en Educación Primaria durante sus Prácticas Escolares?

Francisco Javier Robles Moral[1] y Carlos de Pro Chereguini[2]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. [2] ISEN Centro Universitario, adscrito a la Universidad de Murcia. franciscojavier.moral@um.es

RESUMEN

El Prácticum en el Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia tiene distintas finalidades, abarcando desde la observación y análisis de la acción docente de los profesionales educativos hasta la propuesta de acciones didácticas que se llevan a cabo en el aula, las cuales nos pueden servir para mejorar nuestra actividad docente. Por ello, en este trabajo nos planteamos el análisis de las memorias de nuestros estudiantes en un período determinado de Prácticas Escolares, en concreto aquellas propuestas de Educación Primaria (EP) desarrolladas para la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, con el fin de comprobar cómo utilizan sus competencias profesionales en ciencias. El análisis de estos trabajos pone de manifiesto que existe cierto margen de mejora para el desarrollo de las competencias profesionales en la etapa de formación inicial de los futuros maestros de EP.

Palabras clave: Prácticas Escolares; formación inicial de maestros; didáctica de las ciencias experimentales; competencias profesionales.

Los autores agradecen al proyecto PGC2018-097988-A-I00, financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia e Innovación – Agencia Estatal de Investigación

INTRODUCCIÓN

Las Prácticas Escolares que se establecen en el Grado de Educación Primaria (GdEP), según Tejada y Carvalho (2013), son el momento en el que los maestros en formación se les brinda la oportunidad de desarrollar los conocimientos adquiridos, interactuar con otros docentes y personas vinculadas a la educación, así como analizar cómo se desarrolla el aprendizaje de los escolares, y todo esto desde una perspectiva de reflexión y comprensión de todo lo que conlleva la actividad docente diaria.

Compartimos con Pro, Pro y Serrano (2017) que los factores que definen el desarrollo profesional de un futuro maestro de Educación Primaria (EP) son variados, pues además de los conocimientos científicos, didácticos y curriculares, destacan las creencias y concepciones ideológicas que los maestros en formación pueden tener sobre la educación, además de su experiencia profesional y cualidades personales que ponen en práctica y desarrollan a través de las prácticas escolares.

Otros, como Baelo y Arias (2011), señalan que la formación de los futuros maestros debe proporcionar los instrumentos que conlleven a una formación reflexiva de su pensamiento, y así poder desarrollar en las prácticas de los maestros en formación la especialización del docente y el rol que se desempeñan en la práctica educativa, puesto que estos son los aspectos a resaltar en este periodo de la formación.

Todo ello, unido a los cambios que se llevaron a cabo para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, han supuesto que la educación ya no gire entorno solo a la adquisición de contenidos, si no que se oriente al aprendizaje de competencias, es decir, a la cualificación profesional cuya premisa incide en que el aprendizaje se desarrolle a lo largo de toda la vida. Por ello, una educación basada en competencias se caracteriza por ser una formación holística, dinámica, integradora y reflexiva, por lo que se hace necesario una parte práctica en la formación inicial de los futuros maestros (Barceló-Cerdá y Ruiz-Corbella, 2015).

De este modo, en este trabajo nos planteamos el interrogante: ¿cómo aplican sus competencias profesionales -en ciencias- los estudiantes del GdEP en el primer período Prácticum que realizan una vez cursada toda su formación obligatoria en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE)?

METODOLOGÍA

Para dar respuesta a nuestro interrogante principal analizamos las memorias de los 57 alumnos matriculados en la asignatura de Prácticas Escolares II del GdEP del curso académico 2018-2019 en ISEN Centro Universitario, facultad adscrita a la Universidad de Murcia con sede en Cartagena. Esta asignatura posee un carácter anual con una carga de 21 ECTS, aunque su desarrollo se enmarca durante ocho semanas en el 2º cuatrimestre del tercer curso del GdEP, y cuya principal finalidad es la de diseñar, poner en práctica y evaluar tres actividades puntuales y una unidad formativa en cualquiera de las materias troncales (Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas) a elegir por el propio alumnado, siendo supervisada y evaluada la acción educativa tanto por un maestro tutor del centro escolar como por un tutor universitario (Carrillo, 2011a, 2011b).

La memoria de Prácticas Escolares II que deben entregar los estudiantes se realiza a modo de portafolio compuesto por 13 fichas englobadas en 6 secciones (Carrillo, 2011c), todas ellas marcadas en tres líneas de actuación docente, la observación, la actuación y la reflexión, tal como se indica en la Figura 1.

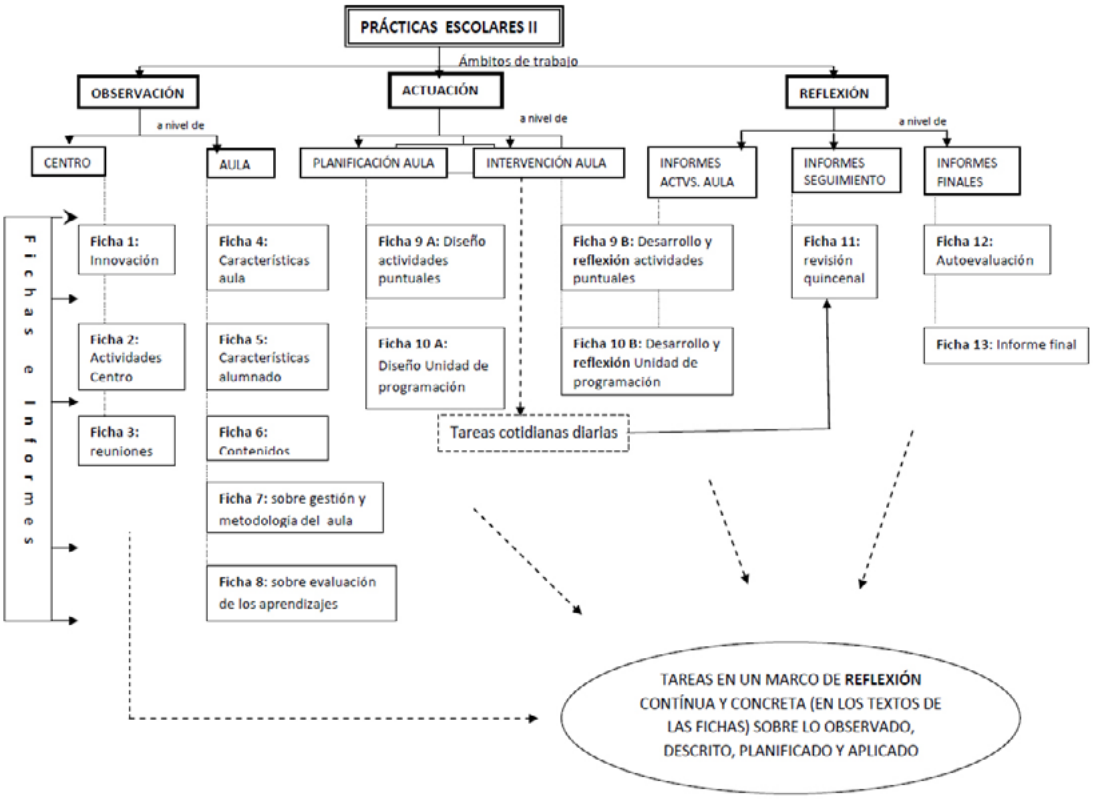


Figura 1. Esquema de distribución de las fichas de trabajo del Portafolio de Prácticas Escolares II según las tres líneas de trabajo determinadas. Fuente: Luis Hernández Abenza

Para esta investigación comenzamos revisando todas las fichas de actuación 9A (planificación de actuaciones puntuales) y 10A (planificación de un Unidad de Programación), cuya estructura interna en ambas era similar, con un primer apartado descriptivo (nombre de la actuación didáctica, curso, fecha, tipo de actividad, área de conocimiento y bloque de contenidos del currículum) y un segundo apartado con 14 preguntas entre las que destacan los objetivos y contenidos marcados para la acción docente, relación con las competencias básicas, evaluación y estándares, descripción o desarrollo, fuente de origen de la acción,... entre otros. Finalmente nos centramos en analizar en profundidad aquellos trabajos que tenían al menos una actividad puntual o la unidad de programación enmarcada en el área de conocimiento de Ciencias de la Naturaleza para comprobar en qué grado se veían reflejadas en ellos las seis competencias profesionales del módulo didáctico disciplinar de DCE, fijadas en la Orden ECI/3857/2007, que son:

1. Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología).
2. Conocer el currículo escolar de estas ciencias.
3. Plantear y resolver problemas asociados con las ciencias a la vida cotidiana.
4. Valorar las ciencias como un hecho cultural.
5. Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible.
6. Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes.

Cabe recordar que el alumnado matriculado en la materia de Prácticas Escolares II ya había finalizado toda su formación obligatoria en DCE tras cursar 18 ECTS en tres asignaturas de 6 ECTS cada una (dos en 2º curso y una en 3º), las cuales integraban los conocimientos científicos y didácticos necesarios para el desarrollo de estas competencias.

Así, recogemos en la Tabla 1 los elementos considerados en la revisión de los portafolios del alumnado para comprobar cómo aplicaban las competencias anteriores, estableciéndose tres categorías (adecuada, parcialmente adecuada o inadecuada) según la justificación dada en cada acción docente.

Tabla 1. Relación entre competencias profesionales y aspectos analizados en los portafolios

COMPETENCIAS	APARTADOS A ANALIZAR EN LAS FICHAS
1	- Tipos de actividades - Origen y justificación de las fuentes utilizadas
2	- Justificación de las acciones docentes con elementos del currículo D198/2014 (contenidos, competencias clave y estándares de aprendizaje)
3, 4 y 5	- Desarrollo de las acciones docentes
6	- Estrategias de evaluación y estándares de aprendizaje elegidos - Competencias clave escogidas

RESULTADOS

Tan solo 29 estudiantes, el 51% de los matriculados en la asignatura de Prácticas Escolares II en el curso 2017-2018, realizaron alguna propuesta enmarcada en el área de Ciencias de la Naturaleza: doce alumnos (21%) solo actividades puntuales, otros doce (21%) solo la unidad de programación y cinco (9%) ambos requerimientos; para un total de 34 acciones docentes.

En referencia a los destinatarios de las acciones docentes, el curso mayoritario fue tercer curso de EP puesto que el 26% (9/34) tuvieron este curso como destinatario. Como puede apreciarse en la Figura 2, los cursos del segundo tramo de EP fueron los que menos actividades o unidades tuvieron.

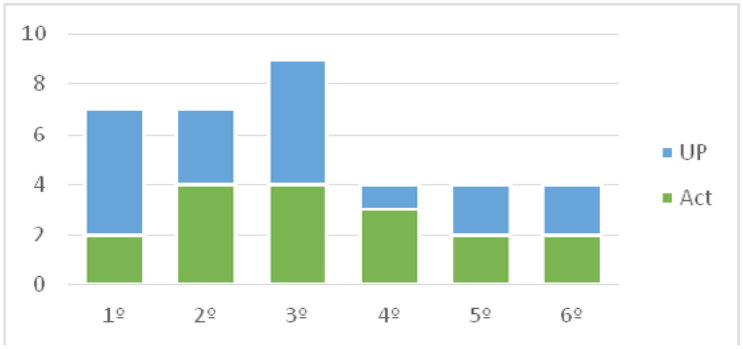


Figura 2. Distribución de actividades puntuales (Act) y Unidades de programación (UP) por curso. Fuente: Elaboración propia

Con respecto al origen de las acciones docentes (autoría propia, libro de texto, material tutor-universidad, material tutor-maestro u otra fuente) hubo diferencias entre los que optaron por justificar sus actividades puntuales con los que lo hicieron con su unidad de programación. Respecto a los primeros, se atribuyen mayoritariamente a ellos mismos el origen de la acción docente (35%) o de materiales universitarios (24%), mien-

tras que los que realizan la unidad las justifican preferentemente con otra fuente como Internet (41%) o con libros de texto (29%). Quizás un dato preocupante es la cantidad de alumnado, el 28% (8/29), que no señalan ninguna fuente de origen de sus acciones docentes.

En relación a las competencias clave, el alumnado manifestó que las más trabajadas en sus actividades puntuales eran "Aprender a aprender" (88%), "Comunicación Lingüística" (82%), "Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor" (65%) y "Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología" (59%); sin embargo, cuando se referían a unidades de programación las más tratadas eran "Comunicación Lingüística" (88%), "Aprender a aprender" (88%), "Competencias sociales y cívicas" (71%) y "Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología" (65%). En este sentido, nos sorprende bastante el bajo porcentaje asignado a la "Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología" teniendo en cuenta que todas las propuestas analizadas eran de Ciencias de la Naturaleza. Además, tampoco encontramos como datos alentadores que haya solo tres alumnos (10%) -dos en unidades de programación y uno en actividad puntual- que no indicaran cuáles eran las competencias que ayudarían a contribuir con sus acciones docentes, o que entre los que sí lo hicieron solo seis estudiantes (21%) -tres en unidades y tres en actividades- justificaran de manera muy breve las competencias elegidas en sus propuestas.

En cuanto a los bloques de contenidos más mencionados por el alumnado en formación en sus actividades puntuales fueron "Bloque 3. Seres vivos" (59%), "Bloque 1. Iniciación a la actividad científica" (41%) y "Bloque 4. Materia y energía" (29%); y de forma casi idéntica ocurría a la hora de justificar sus unidades de programación, "Bloque 3. Seres vivos" (59%), "Bloque 1. Iniciación a la actividad científica" (59%) y "Bloque 4. Materia y energía" (29%). Destacar que, en relación al "Bloque 1", con un marcado carácter transversal al resto de bloques, solo se trabajó de forma conjunta en el 50% (17/34) de las acciones didácticas señaladas. Además, cabe mencionar que, en la mayoría de los casos, los bloques no suelen ser elección del alumnado, sino que suelen venir impuestos por la programación del colegio, más aún en las unidades de programación.

En cuanto a la evaluación, casi todo el alumnado (90%) señaló que la consecución de objetivos de las propuestas se realizaría teniendo como referentes los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo, pero luego, a la hora de la verdad, hubo seis alumnos (21%) que no indicaron ningún estándar de aprendizaje evaluable en sus propuestas, lo que a nuestro entender es un error importante ya que en toda acción docente era un requisito obligatorio. Además, los instrumentos de evaluación utilizados fueron las pruebas (orales y escritas), fichas y otros elementos de recogida de información, siendo más habitual la combinación de varios de ellos en las unidades de programación, dada su mayor complejidad, que en las actividades puntuales.

Concretando más en los estándares de aprendizaje elegidos en las propuestas, encontramos cierta similitud en relación a los contenidos, manteniéndose el orden preferencial, aunque con ligeras diferencias porcentuales, lo que a priori sería algo lógico si entendemos que los contenidos justificados con el currículo tienen asociados al menos un estándar de aprendizaje en este documento legislativo. No obstante, después de comparar en todas las acciones docentes la justificación de contenidos y los estándares de manera conjunta apreciamos muchas incoherencias entre ambas, como que había bloques de contenidos sin estándar de aprendizaje asociado o viceversa, o incluso siete propuestas (21%) que no señalaban o los contenidos o los estándares trabajados. Todo esto se traducía a que realmente solo el 47% (8/17) de las unidades y el 24% (4/17) de las actividades puntuales serían las únicas perfectamente justificadas con los elementos del currículo, datos realmente preocupantes no achacables exclusivamente a las asignaturas de DCE.

Para acabar, nos fijamos en la justificación y desarrollo de las propuestas con la intención de comprobar en qué grado el alumnado "plantea y resuelve problemas asociados a la vida cotidiana", "valora las ciencias como un hecho cultural" y "reconoce la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible". Así, encontramos muy pocas propuestas de acciones didácticas -apenas una para cada caso- que hagan referencia a estas competencias, sino que

estaban más centradas en el desarrollo de conceptos y algunos procedimientos científicos que en abarcar la transversalidad del conocimiento científico.

CONCLUSIONES

Tras analizar todas las propuestas didácticas de los estudiantes del GdEP en sus Prácticas Escolares II, una vez cursada toda su formación obligatoria en DCE, para comprobar cómo aplican sus competencias profesionales en ciencias en sus memorias encontramos que:

- Las Ciencias de la Naturaleza no es una asignatura que elijan de manera preferente para realizar cualquiera de sus acciones docentes obligatorias del período de prácticas, ya sea por los gustos personales del maestro en formación o por las materias que imparta el tutor del colegio que, en algunos casos, suele ser sustituido por un especialista en inglés si existe modalidad de bilingüismo con Science.

- En relación a la competencia "Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología)" creemos que el conocimiento científico que los alumnos en prácticas desarrollan en sus propuestas didácticas lo obtienen de las fuentes y tipos de actividades que han trabajado en las asignaturas de DCE, junto con la experiencia de sus maestros tutores, por tanto es la competencia que menos se tiene en cuenta en estas prácticas, ya que suelen realizar propuestas de acercamiento a las ideas previas o de repaso de los conocimientos adquiridos por los estudiantes de EP, dándole una mayor importancia a la práctica docente que al desarrollo de conocimientos científicos propiamente dichos.

- En relación a la competencia "Conocer el currículo escolar de estas ciencias" opinamos que el alumnado analizado tiene muchas carencias en el uso y justificación de sus intervenciones con el currículo y que este es un aspecto que se debería atajar de una forma más coordinada en los estudios de Grado, no como algo exclusivo de la DCE.

- En relación a la competencia "Plantear y resolver problemas asociados con las ciencias a la vida cotidiana" pensamos que como en el caso de la competencia referida al conocimiento científico, los futuros maestros desarrollan en las prácticas escolares mas labores docentes de atención al alumnado de primaria, repercutiendo negativamente en el desarrollo de propuestas de actividades y/o unidades en las que los contenidos científicos estén vinculados con el día a día de los discentes de primaria.

- En relación a la competencia "Valorar las ciencias como un hecho cultural" no la hemos podido ver realmente reflejada, siendo honestos, quizás deberíamos trabajarla de otra manera diferente en las asignaturas de DCE.

- En relación en la competencia "Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible" tampoco se ha podido apreciar en las acciones didácticas de nuestros estudiantes, ni siquiera de una forma superficial esa vinculación existente entre ciencia, sociedad y tecnología, pues han centrado sus esfuerzos en el desarrollo de conceptos científicos.

- Y en relación a la competencia "Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes" hemos podido constatar que necesitamos aclarar de forma urgente a nuestros estudiantes qué y cómo se debe evaluar, y también cómo se debe promover y trabajar la adquisición de competencias en la etapa de EP.

En definitiva, este estudio nos ha servido -de modo muy clarificador- para saber qué aspectos de la formación inicial de los futuros maestros de EP son susceptibles de mejora sustancial para el desarrollo de sus competencias profesionales en ciencias, para establecer las medidas correctoras oportunas en nuestras asignaturas de DCE, así como para alertar de lo que se está haciendo en otras asignaturas de la titulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baelo, R. y Arias, A.R. (2011). La formación de maestros en España, de la teoría a la práctica. *Tendencias Pedagógicas*, *118*, 105-130.

Barcelo-Cerdá, M.L. y Ruiz-Corbella, M. (2015). Las competencias profesionales del maestro de primaria desde la perspectiva del tutor del centro de prácticas. *Revista Fuentes*, 17-39 DOI: http://dx.doi.org/10.12795/revistafuentes.2015.i17.01

Carrillo Delgado, D. (2011a). Plan de Prácticas. Facultad de Educación. Universidad de Murcia (España). Recuperado de https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid= 77ff5a33-2a8d-454f-a1fd-1d8be5c-1327b&groupId=299436

Carrillo Delgado, D. (2011b). Guía del Tutor. Facultad de Educación. Universidad de Murcia (España). Recuperado de https://www.um.es/documents/299436/2143918/ Gu%C3%ADa+del+tutorPIIprimaria .pdf/bb5c9bcc-2aa1-4ca0-8a99-95aa263e43f0

Carrillo Delgado, D. (2011c). Guía del Estudiante. Facultad de Educación. Universidad de Murcia (España). Recuperado de https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=4ce977c5-7fb3-462f-bb44-d69361e-b4bc5&groupId=299436

Decreto 198/2014, de 5 de septiembre, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Pro, C., Pro, A. y Serrano, F. (2017) ¿Saben los maestros en formación inicial qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 35.3, 7-28

Orden ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria. Recuperado de https://boe.es/boe/dias/2007/12/29/pdfs/A53747-53750.pdf

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Tejada, J. y Carvalho, M.L. (2013). El Prácticum en la formación inicial de maestros: percepciones de los tutores de universidad de educación infantil y primaria. En P.C. Muñoz Carril, M. Raposo-Rivas, M. González Sanmamed, M.E. Martínez-Figueira, M. Zabalza- Cerdeiriña, y A. Pérez-Abellás. Un Prácticum para la formación integral de los estudiantes (pp. 1583–1597). Santiago de Compostela, España: Andavira.

CO.19 Narrativa de historias de creación de valor: un marco analítico para el estudio etnográfico de una Comunidad de Práctica Virtual de profesores de Física

Elkin A. Vera-Rey[1], Ileana M. Greca[2], Ives Araujo[1] y Eliane Veit[1]

[1] Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. [2] Facultad de Educación. Universidad de Burgos, España. elkin.vera@ufrgs.br

RESUMEN

Presentamos la implementación del modelo de narrativa de historias de creación de valor propuesto por Étienne Wenger y colaboradores, el cual se articula como un marco analítico para el estudio etnográfico de una Comunidad de Práctica Virtual conformada por un grupo de profesores de Física de educación secundaria, de Colombia y Brasil. Podemos concluir, que a partir de este modelo es posible reconstruir una historia de aprendizaje de la comunidad, que aporta un conjunto de indicadores de creación de valor, los cuales pueden ser analizados tanto cualitativa como cuantitativamente por los miembros y gestores de la comunidad. Esto permite evaluar el proceso de cultivo de la comunidad, motivando, a su vez, el surgimiento de nuevas acciones o proyectos para su evolución.

Palabras clave: Comunidad de Práctica Virtual, formación de profesores de ciencias, narrativa de historias de creación de valor, etnografía virtual.

INTRODUCCIÓN

La literatura destaca el potencial que tienen las Comunidades de Práctica (CoP) como un modelo factible para aportar en la reducción de la brecha entre investigación y prácticas docentes, motivando a su vez, procesos formativos para el desarrollo profesional de los docentes e investigadores (e.g., Barab, Barnett, y Squire, 2002; El-Hani y Greca, 2013; Rogan y Anderson, 2011). Desde este enfoque, se asume que la conexión entre la Universidad y la Escuela se crea a partir del desarrollo de prácticas comunes que involucren a investigadores, profesores y estudiantes. Con relación a las CoP, Wenger (2001) define tres dimensiones esenciales que las diferencian de cualquier otro tipo de estructura social. Estos son: *el compromiso mutuo*, *la empresa conjunta* y *el repertorio compartido*. Según el autor, el compromiso mutuo entre los integrantes de una comunidad es la principal señal de afiliación a esta, ya que, mediante el compromiso para realizar una práctica conjunta, se crean lazos de confianza que tejen relaciones interpersonales. Por otro lado, definir la "razón de ser" de la comunidad implica definir posibles metas u objetivos a cumplir, dando forma a la empresa conjunta. Por último, todas las actividades o proyectos que realiza la CoP traen consigo diversos recursos, tales como: rutinas, palabras, documentos y/o conceptos, entre otros, los cuales configuran el repertorio compartido por la comunidad.

Por otra parte, Mega, Souza, Vera-Rey y Veit (2020) destacan la falta de rigor teórico y metodológico que presentan algunas investigaciones sobre CoP en la enseñanza de las Ciencias. De este mismo trabajo, se destaca la no utilización de los siete principios propuestos por Wenger, McDermott, y Snyder (2002) para el cultivo de CoP. Sumado a los resultados discutidos por Mega et al. (2020) y considerando que nuestro foco se centra en investigar los procesos de cultivo de una CoP Virtual de profesores de Física (*FisiCoP: Física en expansión*), que tienen como práctica común el desarrollo de innovaciones para la enseñanza de Física en Educación Secundaria implementando Recursos Educativos Abiertos (REA), presentamos el siguiente objetivo:

> Explorar la narrativa de historias de creación de valor como un modelo analítico para el estudio etnográfico del proceso de cultivo de una CoP Virtual.

Para tal fin, realizaremos una aproximación a los siete principios propuestos por Wenger et al. (2002) para el cultivo de una CoP, destacando los desafíos metodológicos que involucra emprender un trabajo de investigación que integre estos principios, en especial, cuando se trata de una CoP Virtual. Seguido, presentaremos algunos apuntes acerca de la etnografía virtual, articulando como modelo analítico la narrativa de historias de creación de valor para las comunidades, propuesto por Wenger, Trayner, y de Laat (2011). Por cuestiones de espacio no es posible presentar en este documento una narrativa. Por tanto, presentaremos a manera de ejemplo los indicadores que permiten la reconstrucción de una historia de creación de valor, que surge del proceso de elaboración de una comunicación oral para un evento académico realizada por los miembros de *FisiCoP*.

Cabe mencionar, que *FisiCoP* nace a partir de un curso virtual de extensión ofertado por una Universidad brasilera en el primer semestre de 2018, del cual participaron estudiantes de últimos semestres de cursos de licenciatura en Física y Matemáticas de dos Instituciones de Educación Superior colombianas y dos brasileras. Una vez terminado el curso de extensión, un grupo conformada por 4 exalumnos (tres colombianos y uno brasilero), un profesor colaborador (colombiano) y un ex tutor del curso (colombiano), se reunieron de forma virtual durante 10 semanas (del 03 de agosto al 12 de octubre de 2018) para elaborar una comunicación que fue presentada en un evento académico en Bogotá (Colombia). Como se mencionó anteriormente, los participantes de *FisiCoP* tienen como empresa conjunta el desarrollo de REA que puedan ser usados en sus salones de clase para la enseñanza de Física en Educación Secundaria. Bajo esta premisa, surgió la propuesta de elaborar y publicar un libro virtual (*eBook*) diseñando como material de apoyo al docente de educación media para la enseñanza de la electrostática[1]. En la actualidad, la comunidad cuenta con trece integrantes cuyos perfiles son: profesores-investigadores universitarios (3), estudiantes de posgrado (1), estudiantes de pregrado (3), profesores de escuelas privadas con menos de 2 años de experiencia docente (4), profesores

1 http://www.if.ufrgs.br/cref/ebook_electricidad/

de escuelas públicas con más de 5 años de experiencia docente (1)[2] e ingeniero informático (1). Este equipo, se encuentra desarrollando el proyecto de configuración y lanzamiento de un nuevo entorno virtual, el cual, se espera pueda servir como repositorio de documentos y REA desarrollados por la comunidad, gestor de actividades, blog y foros de discusión, a su vez, considerando la necesidad de apertura y divulgación de los proyectos desarrollados, se tiene planeado la vinculación a las principales redes sociales.

Cultivo de una CoP Virtual: desafíos metodológicos para la investigación

El término "cultivo" surge del trabajo de Wenger et al. (2002) quienes lo usaron para crear una analogía entre el crecimiento planificado de una planta y el de una CoP. De esta forma, proponen siete principios para el cultivo de una CoP, estos son: *i) diseñar para la evolución; ii) abrir el diálogo entre perspectivas internas y externas; iii) propiciar diferentes niveles de participación*; *iv) desarrollar espacios comunitarios públicos y privados; v) centrarse en los valores; vi) combinar familiaridad y emoción; y vii) crear un ritmo para la comunidad.* En concordancia con los autores, estos principios no pueden ser entendidos como una secuencia de pasos a ser implementados; por el contario, permiten comprender que las CoP tienen una naturaleza flexible y cambiante, que implica un continuo proceso reflexivo, para actuar según las características y condiciones que exige la misma comunidad. Sumado a lo anterior, Wenger et al. (2011) afirman que los tipos de datos que surgen en una Comunidad de Práctica son diversos y proceden de múltiples fuentes, dando cuenta de las actividades cotidianas que en esta se desarrollan. Para nuestro caso en particular, el carácter virtual de la CoP que estamos cultivando agrega un elemento sustancial para el análisis, basado en la relación entre el contexto *online* y el *offline* de los participantes. Esta consideración diversifica aún más la procedencia de los datos a ser recolectados, ampliando a su vez las dimensiones de análisis de nuestro objeto de estudio. En este orden de ideas, adoptamos un enfoque etnográfico para el estudio de la CoP virtual de profesores de Física, estructurado a partir de la narrativa de historias de valor como modelo analítico. Bajo estos fundamentos, pretendemos explorar dos componentes esenciales para nuestra investigación: el primero, concerniente al tipo de interactividad que se produce en los espacios virtuales de la Comunidad. El segundo, enfocado en la comprensión de las formas, significados y apropiaciones que tienen los profesores participantes de la comunidad, con relación a los REA como elementos potenciales para el desarrollo de prácticas innovadoras para la enseñanza de Física, en sus contextos locales.

Estudio etnográfico de una CoP Virtual a través de la narrativa de historias de creación de valor

Abordar un estudio etnográfico virtual implica comprender la naturaleza de las relaciones sociales, afectivas y cognitivas que se crean entre los sujetos que interactúan en el ciberespacio. Por tanto, tal como lo explica Hine (2004) el uso de la *Internet* y las tecnologías que facilitan su acceso adquieren el carácter de artefacto cultural, ya que construyen una cultura de uso desde lo no virtual (*offline*), la cual condiciona, a su vez, las relaciones que dan forma a una cultura desde lo virtual (*online*). Adicional a la discusión epistemológica que presenta la literatura acerca de la *Internet* como objeto de estudio etnográfico, vale la pena destacar el componente empírico que sustenta los trabajos de investigación en esta área. Al respecto, Fragoso, Recuero, y Amaral (2011) destacan el uso de técnicas de la etnografía tradicional adaptados el contexto virtual, tales como: el trabajo y el diario de campo, la recopilación de datos de fuentes primarias, el análisis de datos mediante métodos complementarios, la escrita del texto etnográfico, al igual, que las relaciones entre investigador e informantes y los compromisos de privacidad y responsabilidad ética de la investigación.

Por otra parte, Wenger et al. (2011) definen la narrativa de historias de creación de valor como relatos de lo que sucedió y está sucediendo en una comunidad, pudiendo ser estas de dos tipos: narrativas *cotidianas* y *aspiracionales*. La narrativa de historias cotidianas incluye la descripción de eventos del "día a día" de la comunidad.

2 Este participante también se encuentra realizando un curso de posgrado.

En cambio, las narrativas aspiracionales describen aquellas historias colectivas sobre lo que la comunidad "debería ser" y cómo esta puede o podría evolucionar a lo largo del tiempo. A su vez, los autores afirman que estos dos tipos de narrativas crean tensiones que se entrelazan a lo largo de cinco ciclos, permitiendo así posicionar indicadores que sirven para monitorear los procesos de creación de valor de la comunidad. Estos ciclos son:

> *Ciclo 1: valor inmediato.* Permite realizar una descripción global de la historia a partir de indicadores cualitativos y/o cuantitativos acerca del nivel de participación y calidad de las interacciones. Así, acciones tales como: ayudar a un colega a resolver un problema se destaca como indicador que aporta valor en sí mismo.
>
> *Ciclo 2: valor potencial.* Permite identificar *"capital de conocimiento"*, cuyo valor radica en su potencial para ser realizado más adelante. El capital de conocimiento puede manifestarse de cinco formas posibles*: i) humano; ii) social; iii) tangible; iv) intangibles y v) de aprendizaje.*
>
> *Ciclo 3: valor aplicado.* Permite dimensionar la calidad del capital de conocimiento aplicado. De esta manera, se busca resaltar las formas y las acciones en que la práctica ha cambiado durante el proceso de aprovechamiento del capital de conocimiento.
>
> *Ciclo 4: valor realizado.* Permite identificar mejoras en el desempeño, tanto personal, como de la organización, destacando el nivel de impacto o alcances obtenidos y la reputación alcanzada por la comunidad a partir de la aplicación del capital de conocimiento.
>
> *Ciclo 5: valor de reajuste.* Permite destacar posibles estrategias de reajuste de los objetivos iniciales de la comunidad, integrando acciones tales como: la creación de un nuevo marco o modelos para evaluar los procesos; la construcción de una nueva agenda de aprendizaje o el surgimiento de nuevas expectativas o aspiraciones.

A seguir, presentaremos los indicadores que hemos encontrado y consideramos permiten la reconstrucción de la historia de creación de valor que surge del proceso de elaboración de una comunicación oral realizada por seis de los miembros de *FísiCoP* y presentada en un evento académico en Bogotá, Colombia.

METODOLOGÍA

Los datos usados para definir las acciones para el cultivo y los indicadores de creación de valor de este proyecto proceden de las siguientes fuentes: *i) diálogos de los seis participantes en una sala de Chat, ii) grabaciones en video y audio de cinco reuniones realizadas mediante video llamada, iii) grabación en video de la presentación realizada en el evento académico, iv) documento elaborado para la comunicación escrita y diapositivas presentados en el evento académico y v) diario de campo.* Estos datos fueron recolectados a partir de un trabajo de campo realizado en calidad de participante observador (Guber, 2011), por parte del primer autor del presente documento, durante las 10 semanas de duración del proyecto. El proceso de análisis se inició con la clasificación por temas de discusión, posteriormente, se realizó la separación de los turnos de intervención de cada uno de los participantes, con el fin de cuantificar el nivel de participación. En total, fueron contabilizadas 2898 líneas de diálogo, las cuales, mediante un análisis discursivo realizado por dos investigadores de forma independiente y mediante triangulación con las observaciones hechas en el diario de campo, dieron como resultado la matriz de análisis que se presenta en la Tabla 1.

INDICADORES PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE UNA HISTORIA DE CREACIÓN DE VALOR DE "*FISICOP*"

Valor inmediato

El proyecto de elaboración y presentación de la comunicación oral tuvo una duración de 10 semanas, durante las cuales fue posible identificar siete temas de discusión: *1) invitación a participar de la actividad; 2) definición de la temática a abordar en la comunicación; 3) elaboración del resumen; 4) elaboración del documento escrito; 5) elaboración de las dispositivas a ser presentadas en el evento; 6) presentación de la ponencia oral en el evento y 7) evaluación del proyecto y nuevas perspectivas para la comunidad.* Como se presenta en la Figura 1, los temas de discusión tuvieron diferentes niveles de participación, estas diferencias se deben a dos motivos principalmente: el primero, relacionado con el tiempo que demanda una actividad específica, por ejemplo, el proceso de *elaboración del documento* escrito requirió de tres encuentros síncronos mediante video llamada y de varias conversaciones asíncrona vía *Chat*, durante cuatro semanas. Mientras que la discusión acerca de la invitación a participar en el proyecto fue algo que se realizó mediante unas pocas líneas de texto a través del *Chat*.

Tabla 1. Matriz de análisis: acciones para el cultivo e indicadores de creación de valor.

ACCIONES PARA EL CULTIVO	DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN	INDICADORES DE CREACIÓN DE VALOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
Crear un ritmo	Manifestar de forma implícita la intensión de involucrarse ya sea espontáneamente o mediante acuerdo colectivo, en la planeación y desarrollo de la actividad. Proponer y/o proyectar de forma implícita posibles actividades a ser realizadas por la comunidad a corto, mediano y/o largo plazo.	Estimular la participación	Estímulo y/o motivación para involucrar a los integrantes en tareas comunes y/o discusiones.
		Propiciar la vinculación de nuevos integrante	Iniciativas de apertura de la comunidad y vinculación de nuevos integrantes.
		Distribuir tareas y/o actividades específicas	Iniciativas que promueven la participación autónoma y la toma colectiva de decisiones.
		Garantizar espacios para los encuentros online	Procesos de gestión de los recursos tecnológicos y espacios de interacción de los participantes.
Negociar la a ctividad	Proponer y/o promover estrategias específicas que permitan evaluar y definir colectivamente los objetivos, alcances, dificultades, temas y actividades a ser realizadas por la comunidad a corto, mediano y/o largo plazo.	Realizar *feedback* para el colega	Comentarios y/o información adicional acerca de la actividad o tema de discusión.
		Reflexionar sobre la propia práctica	Comentarios o historias acerca de su participación en comunidad y el ejercicio profesional docente.
		Gestionar recursos de coautoría online	Acuerdos establecidos para el uso de recursos online de trabajo colaborativo.
		Crear un cronograma de actividades	Procesos de diseño de un calendario, detallando posibles tareas, responsables y tiempos.

ACCIONES PARA EL CULTIVO	DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN	INDICADORES DE CREACIÓN DE VALOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
Construir relaciones interpersonales	Desarrollar procesos de interacción continua de los participantes. Expresar emociones y sentimientos. Definir y/o adoptar rutinas entre los participantes.	Expresar sentimientos	Expresiones acerca del estado de ánimo, su participación en comunidad y el ejercicio profesional docente.
		Compartir historias personales y/o profesionales	Intercambio de narrativas y/o reflexiones acerca de vivencias personales y/o profesionales.
		Definir normas y/o rutinas para los encuentros	Adopción de normas, principios y/o rutinas entre los participantes.
		Divulgar avances y/o resultados de las actividades realizadas	Iniciativas tendientes hacia la presentación abierta de logros y/o dificultades de los proyectos realizados.
Cultivar comunidad	Promover acciones para el cultivo de la CoP.	Pensar acerca de la CoP.	Posible meta discurso acerca de la CoP, este se puede manifestar como parte de una reflexión individual o colectiva.

El segundo motivo, relacionado con los intereses individuales y/o colectivos generados acerca de la actividad específica, por ejemplo, evaluar el proyecto y discutir acerca de las perspectivas futuras para la comunidad, fue una actividad que surgió motivada del interés personal de uno de los gestores de la comunidad e investigador y no del interés colectivo, por tanto, el nivel de participación y desarrollo de esta actividad fue significativamente bajo (menos del 10%).

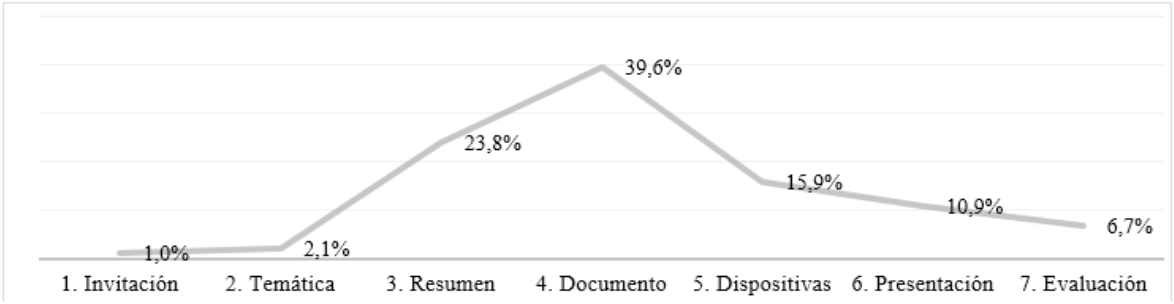


Figura 1. Ritmo para la comunidad: niveles de intensidad de los temas discutidos.

Adicional a lo anterior, la Figura 1 permite también identificar la existencia de un ritmo para la comunidad, generado a partir del proyecto realizado. Tal como lo explican Wenger et al. (2002), el ritmo es un importante principio para el cultivo de una CoP, ya que este se interpreta como una señal de vida de la comunidad, permitiendo identificar los tiempos, intensidades, continuidad y/o rupturas que tienen los eventos, actividades o proyectos que en esta se realizan. Por ejemplo, actividades muy frecuentes o con una alta intensidad pueden sobrecargar a los participantes, ocasionando que dejan de participar porque se sienten abrumados, o por el contrario, actividades que son demasiado extensas en el tiempo o que no muestran avances relevantes, pueden transmitir la sensación de lentitud y generar desmotivación y pérdida de interés de los participantes. En nuestro caso, la realización de un encuentro síncrono semanal por video llamada con el fin de elaborar el documento escrito, permitió la construcción de una rutina que estimuló la participación, reflejando a su vez

un mayor intercambio de mensajes asíncronos vía *Chat*. Una vez terminado el documento escrito, se realizó una distribución de tareas para las actividades siguientes (*elaboración de las dispositivas a ser presentadas en el evento y presentación de la ponencia oral en el evento)* ocasionando que la rutina inicial creada en los encuentros síncronos se fuera perdiendo y el intercambio de mensajes vía *Chat* fueron menos frecuentes.

Valor potencial

Destacamos como indicador de capital de conocimiento humano, la posibilidad de los participantes de expresar sentimientos, ya sea con relación a su estado de ánimo en general (bromas, risas, angustias, emoticones) y en particular, con relación a su participación en comunidad y al ejercicio profesional docente. Como indicador de capital de conocimiento social se identificó la intención de propiciar la vinculación de nuevos integrantes mediante iniciativas de apertura de la comunidad. Como muestra de capital de conocimiento tangible se evidenció la creación de un cronograma de actividades, que dio como resultado la realización del documento escrito y la presentación oral de la comunicación en el evento. Como capital de conocimiento intangible se evidenció un proceso de distribución de tareas y/o actividades específicas motivando así la participación autónoma y la toma colectiva de decisiones. Finalmente, como indicador de capital de conocimiento de aprendizaje, se evidenciaron algunos intentos por reflexionar sobre la propia práctica, a partir de comentarios y cortas historias acerca de la participación en comunidad y el ejercicio profesional docente. A su vez, se destaca como potencial, un leve meta discurso acerca de la CoP y el valor de pertenecer a esta.

Valor aplicado

Tanto el proceso de elaboración del documento, como de las diapositivas a ser presentadas en el evento, permitieron un continuo *feedback* entre los participantes. Este se destaca como un indicador de valor aplicado a la práctica que se evidencia mediante diversos comentarios que aportan información adicional acerca del tema de discusión. A su vez, el proceso de escritura colaborativa permitió definir como indicador la gestión de recursos de coautoría *online*, el cual fue identificado a partir de los diversos acuerdos y negociaciones para el uso de las herramientas ofimáticas disponibles a través de *Internet*. Adicional, se evidenció como indicador, la adopción de algunas normas y rutinas entre los participantes durante los encuentros por video llamada, tales como: disponer de un tiempo máximo de espera de 15 minutos para que los participantes se fueran conectando; y la grabación y socialización de los videos de la reunión a manera de acta de la reunión.

Valor realizado

Como sucede en cualquier otro trabajo etnográfico, cuando los investigadores se enfrentan a la escritura es común que aparezcan reflexiones que no habían sido consideradas anteriormente o no fueron lo suficientemente exploradas durante el trabajo de campo. En nuestro caso, consideramos que, con los datos recolectados hasta el momento no nos es posible identificar indicadores para este ciclo, ya que no se tienen indicios acerca de los alcances del proyecto realizado, ni tampoco es posible determinar la reputación alcanzada por la comunidad con este proyecto. Por tanto, un paso a seguir es volver al trabajo de campo y mediante entrevista semiestructurada individual a algunos de los participantes, indagar acerca de la experiencia vivida en este proyecto y como este logró impactar o no su desempeño profesional.

Valor de reajuste

Como se presentó anteriormente, la evaluación del proyecto y nuevas perspectivas para la comunidad fue un tema de baja discusión (Figura 1). Este resultado fue interpretado como una manifestación de la tensión

existente entre los intereses individuales y colectivos que motivaron esta actividad específica. Lo anterior, nos lleva a considerar dos valores de reajuste para el cultivo de la CoP de profesores de Física: el primero, relacionando a las acciones propuestas por los gestores de la comunidad y el nivel de participación que estas generan en sus miembros. En especial, destacar, que las propuestas y/o actividades a ser realizadas en la comunidad no pueden surgir únicamente de una persona o de un grupo específico (gestores), ya que esto generaría una alta concentración de poder en la toma de decisiones y reduciría el proceso de negociación de la actividad y distribución de tareas. Por lo tanto, consideramos que las acciones futuras para el cultivo de la CoP, se deben reajustar hacia una mayor distribución de tareas y responsabilidades, esto con el fin de reducir las intervenciones de los gestores y generar un mayor equilibrio entre las acciones propuestas y la toma de decisiones colectivas. El segundo valores de reajuste se relaciona con la importancia que debe tener para la comunidad la realización de procesos evaluativos mucho más exhaustivos y detallados. Tal como alerta Wenger et al. (2011) la evaluación de los procesos es un indicador de gran relevancia para el crecimiento de una CoP, ya que incita a sus miembros a pensar acerca de la comunidad, transformado las reflexiones personales y colectivas en posibles acciones a ser realizadas. En otras palabras, consideramos que desarrollar una práctica sin destinar el suficiente tiempo a reflexionar sobre lo realizado, ocasionará una pérdida de valor de la práctica en sí misma y la posible falta de continuidad de los participantes. Un indicador de valor destacado en este ciclo, fue el interés de propiciar la vinculación de nuevos integrantes. Esto se evidenció, a partir de la propuesta de realizar el proyecto del libro virtual, el cual trajo consigo nuevos objetivos y perspectivas para la comunidad, dando inicio a una nueva historia de creación de valor.

CONSIDERACIONES FINALES

Adoptar la narrativa de historias de creación de valor como un modelo analítico para el estudio etnográfico de una CoP Virtual de profesores de Física, permite identificar un conjunto de indicadores de creación de valor que pueden ser analizados y discutidos por los miembros y gestores de la comunidad, contribuyendo a evaluar la calidad del valor creado. A su vez, la historia reconstruida (que aquí no se ha presentado) se puede transformar en un recurso del repertorio compartido por la comunidad, la cual aporta valor en sí misma para sus miembros. Por otra parte, este modelo analítico permite identificar los niveles de interactividad producidos definiendo así un ritmo para la comunidad; a su vez, evaluar los aportes y/o carencias del proyecto realizado para el proceso de cultivo; por último, mapear trayectorias de aprendizajes individuales, identificando posibles tensiones entre elementos del contexto local de cada uno los participantes (*offline*) y el conjunto de relaciones sociales que se construyen colectivamente en la virtualidad (*online*). En suma, este marco analítico demuestra ser potencialmente útil para superar la falta de rigor teórico y metodológico en investigaciones sobre CoP en la enseñanza de las Ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barab, S. A., Barnett, M., y Squire, K. (2002). Developing an empirical account of a community of practice: Characterizing the essential tensions. *Journal of the Learning Sciences*, *11*(4), 489–542. doi:10.1207/S15327809JLS1104-3.

El-Hani, C., y Greca, I. (2013). ComPratica: A Virtual Community of Practice for Promoting Biology Teachers' Professional Development in Brazil. *Research in Science Education*, *43*(4), 1327–1359. doi.org/10.1007/s11165-012-9306-1

Fragoso, S., Recuero, R., y Amaral, A. (2011). *Métodos de pesquisa para internet.* Porto Alegre, Brasil: Editora Meridional.

Guber, R. (2011). *La etnografía: Método, campo y reflexividad.* Buenos Aires, Argetina: Siglo Veintiuno Editores.

Hine, C. (2004). *Etnografía virtual*. Barcelona, España: UOC.

Mega, D. F., Souza, D. G. De, Vera-Rey, E. A., y Veit, E. A. (2020). Comunidades de prática no ensino de ciências: uma revisão da literatura de 1991 a 2018. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42. https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0264

Rogan, J. M., y Anderson, T. R. (2011). Bridging the educational research-teaching practice gap: Curriculum development, part 2: Becoming an agent of change. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *39*(3), 233–241. doi:10.1002/bmb.20509

Vera-Rey, E., Greca, I., Araujo, I., y Veit, E. (2020, 14 al 16 julio). Narrativa de historias de valor: un marco de referencia para evaluar acciones orientadas al cultivo de una Comunidad de Práctica Virtual de profesores de Física [ponencia]. V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barranquilla, Colombia.

Wenger, E. (2001). Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad. Barcelona, España: Paidós Ibérica.

Wenger, E., McDermott, R., y Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Wenger, E., Trayner, B., y de Laat, M. (2011). Promoting and assessing value creation in communities and networks: a conceptual framework. Holanda: Ruud de Moor Centrum.

CO.20 Diseño e implementación de una unidad didáctica sobre cinética química en la ESO

Ayla M. C. Bizerra y Jesús A. Meneses-Villagrá

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. aylamarciab@ubu.es

RESUMEN

La metodología de indagación es una estrategia de enseñanza centrada en el alumno involucrado en su proceso de aprendizaje, que cada vez es más utilizada en la enseñanza de ciencias. El objetivo de este trabajo es presentar el diseño e implementación de una unidad didáctica utilizando esta metodología en una clase de estudiantes de cuarto de ESO para desarrollar la cinética química y analizar las emociones y actitudes hacia la ciencia del alunado. Después de averiguar mediante un cuestionario los conocimientos previos de los estudiantes, se implementó la secuencia didáctica partiendo de una situación problematizadora y siguiendo las etapas con flexibilidad del proceso indagatorio. Se presentan las actitudes y emociones de los estudiantes al aplicarles un cuestionario, las dificultades encontradas en el proceso de enseñanza y avances conseguidos en el aprendizaje.

Palabras clave: cinética química; indagación; experimentos; educación secundaria.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años está aumentando el uso de las metodologías activas en la enseñanza de las ciencias. En general, estas metodologías tienen como principal característica involucrar al alumno en su proceso de aprendizaje, a través de la realización de problemas, proyectos o cualquier tipo de actividad contextualizada, y al profesor actuando como un guía de este proceso. Este incremento es importante no solo para incentivar la motivación de los estudiantes para estudiar ciencias, sino también para fomentar en ellos el desarrollo de

habilidades y competencias que serán esenciales para el siglo XXI. Entre estas metodologías se incluye la metodología de indagación, que según Meneses y Caballero (2017) capacita a los alumnos para que comprendan, expliquen y reflexionen sobre situaciones del mundo real a la vez que provoca el interés por la ciencia.

La principal característica del proceso indagatorio como metodología didáctica es tratarse de una estrategia de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno involucrado en actividades para la resolución de situaciones-problema (Toma, Greca, & Meneses, 2017). En ellas, las actividades dominantes incluyen plantearse preguntas, planificar investigaciones, recoger, analizar e interpretar datos, revisar distintas fuentes de información, realizar observaciones, comunicar resultados y proponer preguntas, explicaciones y predicciones. O sea, es más que una metodología donde los alumnos además de hacer experiencias interactúan con sus conocimientos e ideas previas, los modifican, aclaran conceptos, amplían conocimientos y habilidades, que incluso pueden ser usadas para solucionar otras situaciones (National Research Council, 2012; Greca, 2018). Además, es importante tener en cuenta que el uso de esta metodología puede ser un camino para que los estudiantes se sientan más motivados para estudiar ciencias y también puede representar un proceso de cambio en los profesores, para que se cuestionen su práctica y abandonen las propuestas repetitivas y memorísticas utilizadas en el enfoque tradicional.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es doble, primero presentar el diseño e implementación de una unidad didáctica utilizando la metodología de indagación en una clase de estudiantes de cuarto de ESO para que desarrollen conocimiento sobre cinética química y, en segundo lugar, evaluar el conocimiento adquirido y las emociones y actitudes del alumnado hacia la ciencia.

METODOLOGÍA

Muestra

Este estudio fue realizado con una muestra 23 estudiantes de cuarto de ESO de un colegio de la provincia de Burgos con edad entre 14-15 años. El 52,2% de la muestra son chicas y 47,8%, son chicos. La unidad didáctica fue implementada por la profesora de Ciencias del colegio.

Análisis de emociones y actitudes hacia la ciencia

Para analizar las emociones y actitudes de los alumnos hacia la ciencia se utilizó la rúbrica propuesta y validada por Toma y Meneses (2019) adaptada para la educación secundaria. La rúbrica contiene 20 cuestiones: diez evalúan las actitudes hacia la ciencia y las otras diez miden las emociones positivas y negativas. Los alumnos contestaron la rúbrica antes de la implementación de la unidad didáctica. Los parámetros utilizados para analizar las emociones y actitudes de los alumnos hacia la ciencia fueron: intenciones, disfrute de las clases, relevancia personal y social, utilidad, dificultad, autoeficacia, emociones positivas y negativas; medidas a través de una escala de valoración de 5 puntos, donde el 1 significa “totalmente en desacuerdo” y 5, “totalmente de acuerdo”.

Diseño e implementación de la unidad

Para el diseño de la unidad didáctica se utilizó el tema de la conservación de los alimentos para abordar la cinética de las reacciones químicas. La unidad fue diseñada utilizando situaciones cotidianas y situaciones problemas como contexto de enseñanza. De inicio se planteó una situación problema en la cual los alumnos deberían identificar reacciones comunes de la vida cotidiana. Su objetivo fue analizar los conocimientos previos de los

alumnos sobre los cambios físicos y químicos, los componentes de una reacción química, la diferencia entre los conceptos de átomos, moléculas y sus habilidades con los cálculos químicos. A continuación, se presentó otra situación problematizadora, la cual tenía como reto el acondicionamiento y mantenimiento de alimentos fuera de la nevera de manera que quedasen lo más saludables posibles. Sobre esta situación, los estudiantes plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿Por qué algunos alimentos pueden estropearse si no están en la nevera? ¿De qué depende su proceso de transformación? ¿Qué podemos hacer para mantener los alimentos saludables? A partir de estas preguntas fue realizada una discusión con todos los alumnos donde ellos emitieron sus conocimientos y formularon hipótesis para contestar a las preguntas. Las hipótesis emitidas y que fueron consensuadas para su contrastación fueron:

HIPÓTESIS 1: *La temperatura de los alimentos influye en su conservación.*

HIPÓTESIS 2: *El tamaño del alimento – la superficie de contacto con el ambiente – influye en la rapidez del deterioro.*

HIPÓTESIS 3: *Hay sustancias que retrasan la degradación de los alimentos.*

HIPÓTESIS 4: *La concentración de las sustancias que reaccionan – concentración de los reactivos – influye en la velocidad de la reacción.*

Después, los alumnos fueron divididos en cinco grupos, y cada grupo fue responsable de planificar diseños experimentos para confirmar o contrastar las hipótesis discutidas en clase. Los experimentos que se llevaron a cabo consideraron los factores que influyen en la velocidad de degradación de los alimentos: temperatura, naturaleza de los dos reactivos, superficie de contacto entre ellos y posibles inhibidores. Cada grupo analizó la influencia de dos de estos factores a través de experimentos realizados en sus casas y los resultados obtenidos fueron presentados en clase, discutidos con los otros grupos y descritos en su informe de la indagación. Al final de la unidad fue realizado un test a los alumnos para verificar su aprendizaje.

Instrumentos de análisis de datos

La obtención de los datos se realizó a través de la observación y con tests de preguntas sobre situaciones problematizadoras realizados al inicio (para identificación de los conocimientos previos) y al final de la unidad. Los resultados de los tests fueron analizados a través del análisis de contenido de Bardin (2011).

Resultados y análisis

A continuación, se presentan los datos de los resultados obtenidos en las etapas de la implementación de la unidad didáctica.

Conocimientos previos

Antes de empezar una clase para la enseñanza de nuevos contenidos es importante que el profesor conozca los conocimientos previos de sus alumnos para tenerlos en cuenta en el proceso indagatorio, cuestionarlos y tratar de que evolucionen hacia el conocimiento científico a través de evidencias obtenidas en la actividad experimental. En este trabajo se consideró importante saber el conocimiento de los estudiantes sobre sobre los conceptos de: cambios físicos y químicos, componentes de una reacción química, diferencia entre átomos, moléculas, además de la habilidad de hacer cálculos químicos. Es importante decir que estos conceptos son fundamentales para que el alumno comprenda los contenidos relacionados a la cinética de las reacciones químicas, que es el tema de la unidad didáctica.

La tabla 1 contiene los datos obtenidos sobre los conocimientos previos de los estudiantes. En relación con ellos, se percibe que un 78% confunden cambio físico y cambio químico. Este es un problema que ocurre de

manera general con los estudiantes, pero en este caso se cree que es un poco más preocupante pues son muchos los estudiantes que al final de la enseñanza obligatoria aún no tienen claro las diferencias entre ambos cambios. En su trabajo, Davila et al (2017) también hicieron un análisis semejante con alumnos del 3º ESO y en su caso, un bajo porcentaje de los estudiantes (25%) confundieron estos conceptos. El 32% de los estudiantes confunden o no diferencian átomos y moléculas. Si estos conceptos son comprendidos tendrán poca dificultad para identificar correctamente los reactivos y productos de una reacción química. Esto se confirma a través de los resultados obtenidos, donde 83% de los estudiantes identifican correctamente reactivos y productos. Por último, de acuerdo con la tabla 1, se percibe que un 91% de estudiantes tienen problemas en hacer los cálculos químicos de las reacciones. Según Pozo, Gomez Crespo, Limón y Sanz Serrano (1991) la necesidad de utilizar el cálculo proporcional y el número de proporciones diferentes que aparecen en las reacciones es una de las principales causas de las dificultades de los estudiantes en hacer los cálculos químicos.

Tabla 1 – Resultados de la identificación de los conocimientos previos de los estudiantes

CONCEPTO	%
Confunde cambio físico y químico de los fenómenos de la SP	78
Confunde el significado de átomos y moléculas	32
Identifica reacción química como solución química	52
Identifica correctamente reactivos y productos en una reacción química	83
No saben calcular la masa molecular	61
Ajustan correctamente la estequiometria de las reacciones	74
No hacen los cálculos químicos o hacen incorrectamente	91

Las deficiencias, concepciones y dificultades de los estudiantes fueron consideradas durante todo el proceso indagatorio utilizado, desde el planteamiento del problema hasta las discusiones finales sobre los resultados y evidencias obtenidas de la experimentación. El profesor debe tener en cuenta en la planificación de las actividades de indagación proponer algunas que cuestionen las concepciones de los alumnos, y presentar explicaciones científicas que ayuden a los estudiantes a que puedan modificarlas gradualmente, favoreciéndose de este modo un aprendizaje más significativo de los contenidos científicos (Davila et al 2017; Caballero, 2008).

Evaluación de actitudes y emociones hacia la ciencia

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de las contestaciones de los estudiantes al cuestionario sobre actitudes y emociones, antes de la implementación de la unidad didáctica. Como se puede observar, en general los alumnos son indiferentes a los ítems analizados, pues casi todos los valores están alrededor de 3, variando entre 2,57 (emociones negativas) y 3,72 (intenciones). Es importante relacionar estos datos con el desestimulo que los estudiantes tienen para estudiar ciencias (Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015) y como las emociones que ellos experimentan hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje condicionan su aprendizaje (Garriz, 2009), pues sino se sienten motivados o con emociones positivas, tampoco tendrán estímulo para estudiar. Nuestros datos de la tabla 2 están en consonancia con lo que destaca la literatura, que muestran que las actitudes favorables hacia la ciencia decaen a lo largo de la educación secundaria (Marbà-Tallada y Márquez Bargalló, 2010). Este hecho es favorecido muchas veces por la didáctica que los profesores utilizan en el aula, donde aún siguen utilizando metodologías muy tradicionales (Hacieminoglu, 2016). Un cambio metodológico y en las propuestas didácticas y actitudinal del profesor, con acciones menos transmisivas y más de

asesor y guía, dando más protagonismo a los estudiantes, pueden despertar el interés de estos por el estudio de las ciencias, conseguir un aprendizaje más significativo y sentir emociones positivas hacia el aprendizaje.

Tabla 2 Resultados iniciales obtenidos por los estudiantes al aplicar el cuestionario sobre emociones y actitudes hacia la ciencia.

CONSTRUCTO	VALOR OBTENIDO
Intenciones	3,72
Disfrute durante las clases	2,78
Relevancia personal	3,28
Relevancia social	3,50
Utilidad	3,06
Dificultad	3,34
Autoeficacia	3,04
Emociones negativas	2,57
Emociones positivas	3,03

Implementación de la unidad y desarrollo de experimentos

Las discusiones realizadas en clases fueron muy provechosas pues todos los alumnos participaron activamente, demostrando interés en la actividad y emitieron sus conocimientos contribuyendo en la formulación de las hipótesis. Lo mismo ocurrió en la etapa de planificación de los diseños experimentales para contrastar las hipótesis formuladas. Los grupos discutieron sus ideas, planificaron sus acciones para realizar los experimentos, revisaron fuentes de información para complementar sus ideas y se dividieron las tareas. Involucrar a los alumnos en sus procesos de aprendizaje es la principal manera de proporcionar un aprendizaje significativo (Perrenoud, 2010; Moreira, 2011) y, una manera de motivarlos consiste en dejarlos más comprometidos con sus propios desarrollos. Los experimentos planificados fueron realizados en casa y sus resultados fueron presentados en el aula. En general, los grupos han planteado y realizado bien los experimentos, teniendo objetivos claros y definidos, y utilizando materiales sencillos. También tomaron fotografías para registrar los resultados, sin embargo, no elaboraron tablas o gráficos.

Al final los grupos llegaron a las siguientes conclusiones: a) cuanto mayor es la temperatura, más rápida es la reacción; b) si se añaden a los alimentos sustancias ácidas (inhibidores), la reacción química va a ser más lenta; c) al aumentar la concentración del oxígeno, la reacción es *más rápida, y d) los alumnos analizaron la oxidación de distintos alimentos con tamaños diferentes* – sin considerar la masa –, concluyendo que cuanto menor es el tamaño del alimento, más rápida es la reacción. En este caso, hubo una confusión entre los conceptos de masa y superficie de contacto, y esto pasó a todos los grupos que analizaron la última hipótesis. En las presentaciones, estos conceptos fueron discutidos con todos los estudiantes y la profesora explicó la diferencia entre ellos hasta que quedara claro sus significados. En las presentaciones también se constató que los alumnos no han trabajado con diseños experimentales utilizando control de variables, los planificaron y realizaron sin tener en cuenta cuál era la variable dependiente, las independientes en cada hipótesis y las que había que controlar. Creemos que esto ha pasado porque desconocen estos conceptos y la profesora no los consideró importantes tal vez por poca experiencia en este tipo de metodología. De manera que los resultados fueron presentados básicamente a través de fotografías y textos explicativos, sin la presencia de tablas o gráficos. Pero, aunque no las utilizaron, sí aclararon los resultados obtenidos en sus explicaciones. También tuvieron dificultades para

expresarlos de manera científica y tampoco relacionaron sus hallazgos con los conceptos científicos. Creemos que esto puede ser debido a la poca experiencia que los alumnos tenían en realizar procedimientos experimentales donde ellos mismos planifican y testan sus hipótesis.

Al final de la unidad, la profesora hizo la evaluación de los conocimientos de los estudiantes y los resultados más significativos están presentados en la tabla 3. En ella se puede percibir una mejora de los conocimientos de los estudiantes. Por ejemplo, antes de la implementación de la unidad didáctica, la mayoría de los alumnos (78%) confundían cambio físico y químico, y ahora, representan menos de la mitad (39%). También es importante destacar la mejor***ía*** de los alumnos que no hacen los cálculos químicos o lo hacen de manera incorrecta, antes este valor era de 91% y después de la unidad, este valor disminuyó al 56%. Aunque este no sea un valor ideal, sí es un avance significativo en la mejora de los conocimientos de los estudiantes. Por último, destacamos que la mayoría de los estudiantes (83%), al final de la unidad didáctica, consiguieron identificar al menos dos factores que afectan a la velocidad de una reacción química, y aproximadamente la mitad (44%) todos ellos.

Tabla 3 Principales resultados de los conocimientos de los estudiantes obtenidos en evaluación final

CONCEPTO	%
Confunde cambio físico y químico	39
Identifica correctamente una reacción química	74
No saben calcular masa molecular	13
Ajustan correctamente la estequiometria de las reacciones	87
No hacen los cálculos químicos o hacen incorrectamente	56
Identifican todos los factores que afectan la velocidad de una reacción química	44
Identifican por lo menos dos factores que afectan la velocidad de una reacción química	39

CONSIDERACIONES FINALES

El trabajo realizado muestra indicios de que el uso de la metodología de indagación puede ser una manera de motivar a los alumnos a estudiar ciencias, así como contribuir a un aprendizaje activo y participativo. A través de su uso hemos comprobado que se fomentan cambios en la manera como el estudiante aprende y participa de las actividades de la disciplina y consecuentemente de su proceso de enseñanza y aprendizaje. El proceso de implantación requiere tiempo para que los estudiantes se apropien de su nuevo rol de sujeto responsable se su aprendizaje y colaborador con sus compañeros en la realización de las actividades o proyectos. Cambiar las actitudes y emociones es un proceso largo, se necesita tiempo y trabajar con metodologías didácticas activas, como son los procesos indagatorios o la realización de proyectos, ya que dan protagonismo al estudiante y le hace responsable de su aprendizaje. En este sentido, la realización de este trabajo resultó en una experiencia positiva para el alumnado pues a través de su participación en las actividades se produjo una mejora significativa de su conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias, 26* (2), 227-244.

Davila, M. A., Cañada, F., Sánchez, J., Borrachero, A., Marques, D. y Silva, C. R. (2017). Las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia, y las emociones en alumnos de educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, n.º extraordinario*, 3977-3983. En: X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. España, Sevilla.

Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 212-219.

Greca, I. M. La enseñanza STEAM en la educación primaria. In: Greca, I. M.; Meneses Villagrá, J. A. M. (orgs). STEAM en educación primaria: aplicaciones prácticas. Dextra Editorial: Madrid, 2018. 19-40.

Hacieminoglu, E. (2016). Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, *11* (2), 35–52.

Marbà-Tallada, A. y Márquez Bargalló, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases De ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de eso. *Enseñanza de las Ciencias*, *28* (1), 19–30.

Meneses Villagrá, J. A. y Caballero, C. (2017). La metodología indagatoria en educación primaria. Una mirada desde la perspectiva del aprendizaje significativo. *Enseñanza de las Ciencias, n.º extraordinario*, 981-987. En: X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. España, Sevilla.

Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

National Research Council (2000) *Inquiry and the national science education standards.* Washington: National Academy Press.

Perrenoud, P. (2010). *Dez Novas Competências para Ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora.

Pozo, J. I., Gomez Crespo, M. A., Limon, M. y Sanz Serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química.* Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. y Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *14* (3), 361-376.

Toma, R. B. y Meneses Villagrá, J. A. (2019). Validation of the single-items Spanish-School Science Attitude Suervey (S-SSAS) for elemental education. *PLoS ONE* 14(1): e0209027. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209027.

Toma, R. B., Greca, I. M. y Meneses, J. A. (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *14* (2), 442–457.

CO.21 El efecto invernadero, principio y fin en la formación de profesores de secundaria. Una experiencia con Arduino a través de indagación

Antonio Alejandro Lorca Marín, Guillermo Sevilla Barceló y Emilio J. Delgado Algarra

Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva. antonio.lorca@ddcc.uhu.es

RESUMEN

El siglo XXI ha traído aparejado una serie de cambios sociales, tecnológicos e incluso laborales que hacen que nos planteemos nuestro paradigma educativo y, por ende, sus perspectivas a nivel ontológico, epistemológico y metodológico. En este trabajo, se expone una experiencia llevada a cabo bajo una metodología por indagación, donde el uso de modelos en la formación inicial de profesores, acerca al alumnado en formación a la realidad del aula propia de los modelos actuales en didáctica de las ciencias experimentales. Arduino se propone como recurso clave para el desarrollo de los contenidos de física y química y su contextualización, en nuestro caso, relacionándolo con una problemática socio-científica actual, el efecto invernadero. Se presenta el diseño, la planificación, desarrollo y proceso realizado de un proyecto de trabajo con el alumnado, donde a partir del uso de placas de Arduino y sensores se realiza un acercamiento a los contenidos propios de física y química.

Palabras Clave: Didáctica de las ciencias experimentales, indagación basada en modelos, formación inicial del profesorado, sensores, robótica.

INTRODUCCIÓN

La perspectiva de la educación CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), más conocida como STEM (por sus siglas en inglés) o STEAM (cuando se integran también las humanidades, particularmente las artes), ha ido adquiriendo relevancia en los últimos años (Couso, 2020). El nuevo papel del profesor de cara a los nuevos retos que le va a plantear la era digital y su modelo de práctica profesional, debe pasar no sólo por el uso de los materiales, sino por un comportamiento, un quehacer, una actitud, etc. , que hará de este un planteamiento tal, que haya que considerar su definición para pasar de un papel formador, educador, a un papel dinamizador, de orientación y tutela (Lorca-Marín et al., 2018). La sociedad, en la actualidad, precisa una educación adaptada a sus necesidades; en este sentido, la robótica educativa como contenido asume relevancia, especialmente en Secundaria (Blás y Jaén, 2018). Es en este sentido, la tecnología educativa puesta al servicio del aprendizaje y enseñanza de las ciencias experimentales juega un papel clave para el modelo didáctico emergente que se plantea. Y es aquí donde las competencias STEM demandan la configuración de nuevos contextos de enseñanza y aprendizaje.

De cara a este cambio, el profesor debe poner énfasis en el aprendizaje, y debe actuar como tutor, fomentando la autonomía del alumno, diseñando y gestionando sus propios recursos; y donde las TIC (Técnicas de Información y Comunicación) están integradas en el curriculum (Lorca-Marín, 2015) generando su redefinición en TAC (Técnicas de Aprendizaje y Conocimiento).

No deja de ser un cambio de paradigma el que se va planteando y donde cualquier docente, máxime para aquellos que ejercen en la formación para maestros, el plantearse cómo alcanzar los objetivos propios de las asignaturas a partir del reconocimiento y uso de la competencia digital (ver tabla 1)

COMPETENCIA DIGITAL EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES	
ÁREAS COMPETENCIALES	**CONTENIDOS ESPECÍFICOS.**
1.Información y alfabetización científica	1.1.Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenidos digitales relacionados con el corpus de conocimiento científico 1.2. Evaluación de información, datos y contenidos científicos. 1.3.Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenidos digitales
2.Comunicación y colaboración	2.1.Interacción mediante las tecnologías digitales 2.2.Compartir información y contenidos digitales 2.3.Participación ciudadana en línea 2.4.Colaboración mediante canales digitales 2.5.Netiqueta 2.6.Gestión de la identidad digital
3.Creación de contenidos	3.1.Desarrollo de contenidos digitales 3.2.Integración y reelaboración de contenidos digitales 3.3.Derechos de autor y licencias 3.4.Programación
4.Seguridad	4.1.Protección de dispositivos 4.2.Protección de datos personales e identidad digital 4.3.Protección de la salud 4.4.Protección del entorno
5.Resolución de problemas	5.1.Resolución de problemas, tanto tecnológicos como científicos 5.2.Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas 5.3.Innovación y uso de la tecnología digital de forma creativa 5.4.Identificación de lagunas en la Competencia Digital

Tabla 1. Adaptado de la Competencia Digital en el Marco Común de Competencia Digital Docente (INTEF, 2017) al aprendizaje y enseñanza de las Ciencias. Elaboración propia.

Este enfoque plantea la posición del estudiante dentro del sistema aula. El papel activo del alumnado se erige como elemento clave del proceso y donde la autoridad enciclopédica del docente, pasa a un segundo plano, siendo guía en la metodología del proceso. Los contextos se presentan como claves para generar situaciones de aprendizaje y determinantes de las conductas esperadas de nuestros alumnos. La creatividad, la reflexión en las acciones, la toma de decisiones, pasan a ser contenidos actitudinales esenciales para la consecución de los objetivos. Y la autonomía del alumnado, a la vez que su implicación en los trabajos colaborativos, descriptores emergentes de la competencia de aprender a aprender.

Sin embargo, requiere disponer de una organización de los espacios, agrupamientos y tiempos que no siempre va de la mano del modelo operante de actual sistema educativo. Ni el esfuerzo por parte de aquellos actores que ejercen los distintos roles (alumnos/profesor) en según qué casos, están dispuestos a llevarlo a cabo.

La indagación como modelo de enseñanza y aprendizaje

La estructura del modelo de enseñanza y aprendizaje por indagación clave en el aula de ciencias tiene unos elementos clave y que debemos tener presente. Se centran en las preguntas. Se plantean preguntas o problemas reales. Para (Chico, Lopez-Gay, 017) El alumno debe apropiarse de la pregunta, expresar, justificar y discutir sus ideas utilizando diferentes lenguajes. Diseñar la búsqueda de pruebas para contrastar sus ideas; llevan a cabo esa búsqueda, analizan resultados, obtienen y discuten conclusiones; y, finalmente, el profesor da un paso más en el acercamiento a ideas más científicas (ver figura 1)

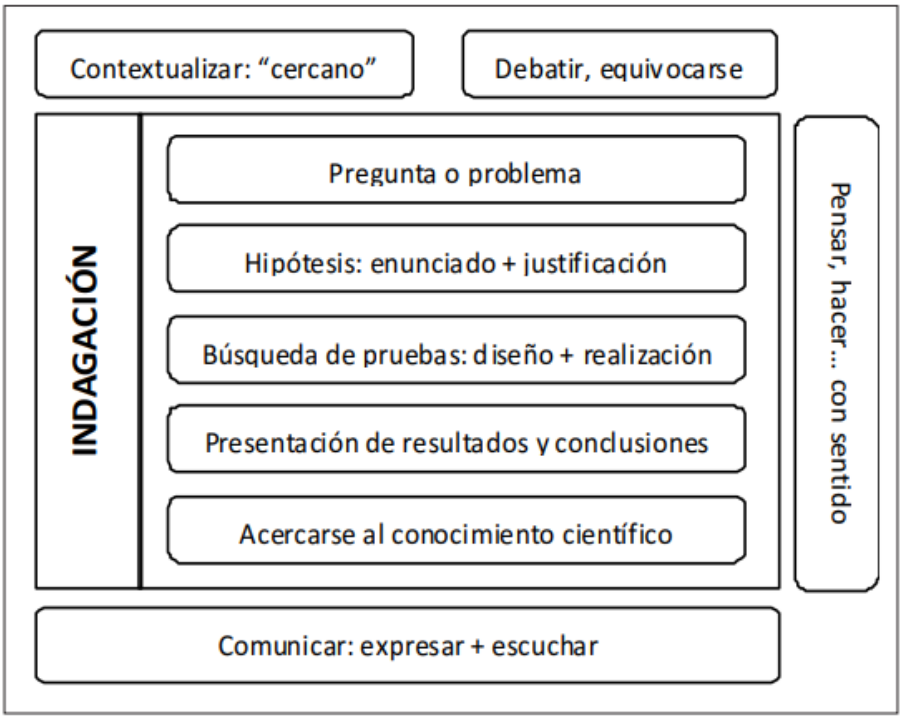


Figura 1. Estructura de una secuencia basada en la indagación (Martinez-Chico, López-Gay, Jiménez-Liso y Trabalón, 2017)

Deben partir de las concepciones erróneas que poseen (o entendemos que poseen) nuestros alumnos y que solo los sistemas educativos tienen los medios y recursos para poder trabajarlas. Se requiere un papel activo del alumno. Se generan contextos y situaciones que propician la necesidad por investigar y aprender, donde el docente se comporta como guía del proceso y el alumno adquiere un papel principal en el proceso. Se precisa de entornos colaborativos. Sin duda, entre los retos que se marcan en una sociedad del siglo XXI, está el de trabajos formados por grupos cada vez más interdisciplinares y donde la reflexión, comunicación y colaboración son elementos claves.

Para este fin, Arduino y el conjunto de sensores a los que podemos acceder de manera fácil y económica, ha proporcionado al aula de ciencias un nuevo espacio de trabajo, abriendo las posibilidades de contextualizar fenómenos que solo estaban de la mano de aquellos laboratorios mejores equipados y para uso exclusivo de investigadores. Ahora, nuestros alumnos pueden trabajar con una gran variedad de sensores que los acerca a conceptos como presión, humedad, fuerza, luz, etc., etc. y su uso con una placa ARDUINO poder registrar los datos que se van obteniendo a tiempo real.

OBJETIVOS

Existe una doble finalidad dentro de la propuesta que se plantea y que podemos enunciar en forma de objetivos principales. Por una parte, y en un primer objetivo, capacitar a los docentes en metodologías activas propias de los nuevos modelos educativos. Que el alumnado adquiera los conocimientos propios de una metodología determinante dentro del aula de ciencia y su extensión a las competencias STEM, trabajo colaborativo, planificación, iniciativa, creatividad, comunicación y divulgación, entre otras.

En un segundo objetivo, la adquisición de los conocimientos propios determinados por la legislación actual y enmarcada sobre el nivel concreto al que se refiere la propuesta. Conocer el potencial de los sensores y Arduino, adaptándolos a las necesidades de los conceptos que se trabajan. Diseñar secuencias de enseñanza y aprendizajes donde los sensores muestren las variables que subyacen detrás de los conceptos sobre composición de movimiento de acuerdo con las concepciones erróneas teóricas que ya conocemos.

METODOLOGÍA

Participantes

La propuesta se llevó a cabo con 25 profesores en formación inicial, quienes cursan el Máster de Profesorado de Secundaria. El diseño, implementación y evaluación de la propuesta se contextualiza en el marco de la asignatura Enseñanza y Aprendizaje de la Física y la Química. Durante todo el proceso, los estudiantes analizaron y estudiaron los temas específicos para construir y definir los principales dominios y su implicación en los contenidos físicos/químicos propios de la asignatura. Este trabajo se realizó tanto en equipo como de forma individual, permitiendo a los estudiantes adquirir de forma amena, significativa y progresiva los contenidos relacionados con la materia y la energía que se contemplan en la educación secundaria.

El diseño

Punto de partida

La propuesta que se plantea se inicia dando respuestas a una seria de preguntas claves y que todo docente de ciencias debe ir haciendo para posicionarse metodológicamente hablando. ¿Para qué enseñar ciencias?, ¿Qué ciencia enseñar?, ¿Cómo debe relacionarse el saber, el alumno y el profesor?, ¿Qué implicaciones debe tener en la sociedad?, ¿Qué valores debe fomentar?, ¿Qué, cuándo y cómo enseñar?, ¿Qué, cuándo y cómo evaluar?, ¿Qué estrategias de aprendizaje y/o actividades se proponen? ¿Cómo deberían presentarse las ciencias en

las aulas? Se trata de una reflexión sobre el sentido epistemológico de la ciencia, su papel en la alfabetización científica de los alumnos y su implicación en la sociedad. Esta visión o cambio en el paradigma de las ciencias desde el punto de vista educativo parte de dos elementos clave: Un conocimiento sobre los contenidos a tener en cuenta relacionados con los contenidos a trabajar y que abordaríamos en una secuencia contextualizándolos. Es un planteamiento teórico-científico de los contenidos propios de la materia a trabajar y que desde el currículo oficial debemos tener presente. Y un conocimiento de los obstáculos y dificultades de aprendizaje presentan los alumnos de secundaria sobre los conceptos a trabajar. Para ello, se debe realizar una búsqueda sistemática en las distintas revistas especializadas del área y que nos dé una visión de cuáles son las concepciones erróneas que marcarán nuestro devenir en el proceso de enseñanza.

Material: Arduino

Para el desarrollo del proyecto primero hubo que dedicarle una sesión al manejo de las placas Arduino y sus sensores (A+S), así como del entorno de programación ArduinoBlocks.

Hardware: Arduino, una plataforma de código abierto compuesta de hardware y software que pueden integrarse fácilmente en proyectos de electrónica. En nuestro caso utilizamos el módulo Arduino UNO. Así, necesitamos como sensores: Humedad (Suelo), Humedad (aire), temperatura, sensor de gases (CO2, O2, Metano, ...), sensor de luz, para el registro de las variables (ver figura 2).

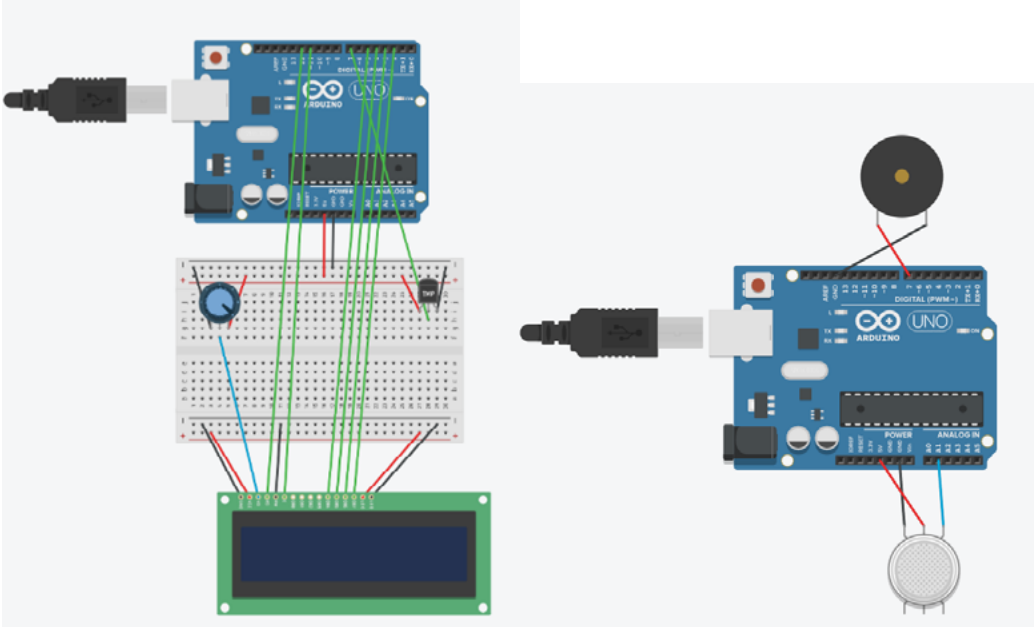


Figura 2. Esquemas generalizables de Arduino UNO con sensores. Nota: elaboración propia

Software: ArduinoBlocks es una herramienta de programación que sigue el formato por bloques Scratch, uno de los lenguajes de programación más populares para niños y niñas (ver Figura 3).

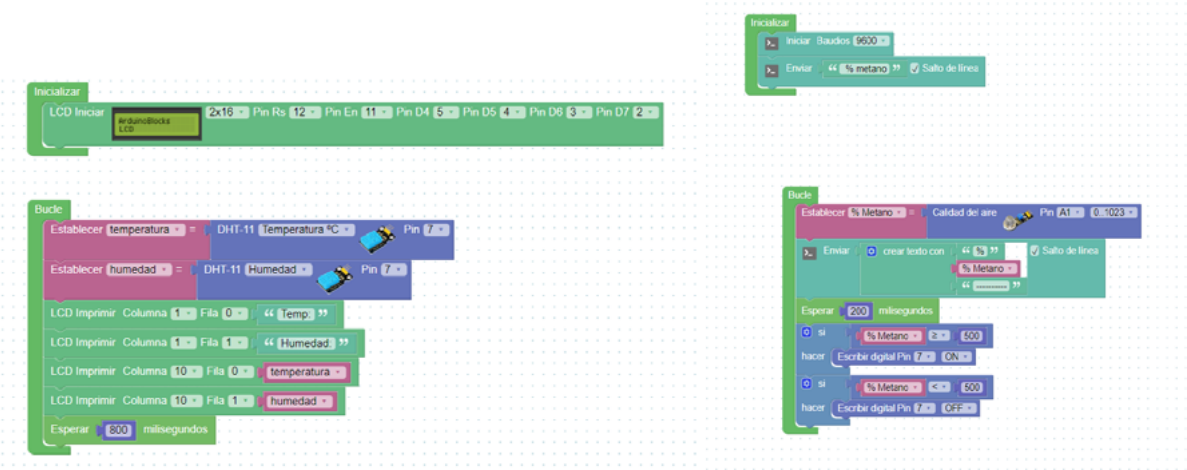


Figura 3. Ejemplos generalizables de secuencias de programación elaborada con ArduinoBlocks para los sensores. Nota: En el primer esquema los datos se visualizan en pantalla LCD. En el segundo, los datos se visualizan en la consola de arduinoblocks así como con un buzzer como actuador. Nota: elaboración propia

La secuencia

El diseño de la secuencia (ver tabla 2) implicó la revisión inicial de las secuencias propias de los modelos de indagación. Parte de la contribución innovador de esta propuesta se basa en utilizar un contexto STEM para introducir contenidos de biología y problemas socio-científicos, mediante el desempeño de prácticas científicas por el alumnado. Fuero tres sesiones presenciales llevadas a cabo (2 horas/sesión) y aunque de manera consecutivas, separadas en el tiempo durante dos semanas.

Tabla 2. Esquema de secuencia de trabajo llevada a cabo con los estudiantes

Actividad de Observación y Planteamiento. ¿A qué se debe el efecto invernadero? ¿Cuáles son las variables físico/químicas que influyen? Descríbelo	La finalidad de la ciencia escolar es dar sentido a fenómenos que suceden a nuestro alrededor. Que nuestros alumnos sean capaces de buscar las respuestas a las preguntas que les plantea el medio que lo rodea. Con esta actividad tratamos de incorporar los contenidos científicos a la realidad del alumno, contextualizado en una situación del mundo real y que se involucren en la búsqueda de explicaciones de fenómenos conocidos que tengan sentido para ellos.
Actividad de generación de hipótesis.	Partiendo de las concepciones erróneas que desde la literatura científica sabemos que nuestros alumnos pueden llegar a tener, pretendemos que se verbalicen, haciéndoles predecir y justificar sus ideas.
Actividad de explicación. ¿Sus explicaciones explican qué sucede? Podemos plantear otra situación, modificando las variables	Reflexionamos en grupo y una vez que han formado explícitamente sus modelos para explicar qué creen que le sucede y por qué, procedemos a buscar evidencia, enfocando la investigación en el tratamiento de las variables.
Actividad de toma de datos ¿Cómo saber si su hipótesis se ajusta a la realidad?	Se les pide a los estudiantes que sugieran diferentes formas de medir las variables. Esta es una buena oportunidad para trabajar en algunas estrategias de investigación científica, como la necesidad de mantener un factor constante (variable independiente) y su influencia en las demás, etc. Después de escuchar sus propuestas, podemos mostrar los materiales que tenemos para poner en práctica un diseño e implementarlo en el aula: A+S

Actividad de Interpretación Representa gráficamente su predicción sobre la variación de las variables, temperatura, concentraciones, etc.	A+S permite la representación gráfica de la evolución estimada para la variable. Puede ser interesante trabajar en la interpretación de gráficos de las diferentes predicciones.
Actividad de Interpretación Recopilar datos para probar hipótesis	A+S permite actividades de experimentación, observación, generación de datos y, posteriormente, la consideración de evidencia para construir y revisar modelos y explicaciones. Por lo tanto, los estudiantes implementan el diseño experimental e inician la recopilación de datos, que se representará numérica y gráficamente en tiempo real. Los estudiantes realizan las tareas usando A+S y obtienen resultados que se contrastan con sus concepciones iniciales.
Actividad de Análisis. Observa lo que sucede y analiza los resultados.	¿Cuándo transpiran más agua las plantas, a más temperatura o a menos?, ¿Qué cantidad de oxígeno expulsa una planta de día? ¿Y de noche?, ¿La cantidad de agua que expulsa la planta está relacionada con la temperatura del medio en el que vive?, ¿Qué temperaturas son más adecuadas para realizar la fotosíntesis en las plantas?, ¿Altas, bajas, dependiendo de la planta?, ¿Puede influir la humedad en el proceso de captación de CO2? Proponemos estas preguntas entre aquellas que nazcan del mismo proceso, para facilitar el análisis de datos.
Actividad de síntesis y conclusión.	La evidencia obtenida de los datos puede contribuir a revisar sus explicaciones y / o modelos.
Actividad de reflexión ¿La propuesta tiene sentido para ti? ¿Qué has aprendido y sentido?	Se realiza la reflexión del aprendizaje, donde las emociones sobre el proceso, las entendemos claves para su generalización en su futura práctica docente.
Actividad de Generalización. ¿dónde aplicarías esta secuencia?¿con qué fenómeno?	La idea de generalización de los procesos debe estar siempre presente en cualquier proceso de enseñanza y aprendizaje, máxime cuando se trabaja con docentes en formación y donde pretendemos generalizar el uso de buenas prácticas a medida que se aprenden los contenidos propios del área.

RESULTADOS

El aprender procesos, fenómenos, conceptos, etc. a través de la experimentación, donde el alumnado conjugue la teoría con los datos empíricos, constituye momentos de aprendizaje de gran riqueza. Los resultados registrados por los sensores deben cumplir con el enfoque teórico y, por tanto, permite involucrarse con los estudiantes la complejidad del proceso de los fenómenos estudiados, estimulando así la búsqueda de una justificación para tales resultados. Papel de las variables (temperatura, concentraciones, humedad, etc.)

La observación del fenómeno, la observación de los resultados y su intento de explicación a través de la modelización matemática, se concluyen en la formulación de las leyes que rigen este tipo de fenómenos, donde siempre existen variables de difícil comprensión y que por su abstracción pueden llegar a generar concepciones erróneas. Con el tratamiento de variables sobre la experimentación, permitieron a los estudiantes sacar conclusiones como la relación entre la humedad, la temperatura y los gases.

Los alumnos encontraron una serie de *fortalezas*, *oportunidades*, *debilidades* y *amenazas* a la secuencia que nos ayuda a analizar la secuencia y que podemos resumir en el siguiente cuadro (tabla 3) y que nos sirve como punto de partida para un estudio posterior más profundo.

Tabla 3. Cuadro resumen del análisis DAFO hecho por los estudiantes.

FORTALEZAS Sin necesidad de formación compleja previa. Actividad accesoria a la Robótica y Programación educativa. Experiencia de cultura emprendedora y motivadora para todos los niveles educativos. Juego como herramienta educativa. Integra varias disciplinas educativas. Introducción al producto DIY. Uso de Arduino como estándar de proyecto libre. Búsqueda de soluciones creativas. Aprendizaje por indagación. Herramientas intuitivas y de fácil acceso. Bajo coste.	OPORTUNIDADES Cualquier aula educativa puede adaptarse al modelo de Makerspace. Fácil expansión entre la comunidad educativa. Formación en competencias STEAM. Promueve una actitud favorable a la investigación. Conocer el valor fundamental de la ciencia Repensar el uso de las fases del método científico. Oportunidad infinita para crear y descubrir ciencia.
DEBILIDADES Falta de recursos en los centros. Miedo al fracaso escolar. Nuevo cambio metodológico para el profesorado. Falta de formación en Robótica educativa básica. Nuevos procesos de programación y evaluación. Participación del profesorado en el proyecto.	AMENAZAS Características del edifico digital del centro. Necesidad de buena conectividad. Mantenimiento adecuado. Impacto económico. El cambio y evolución constante de las TAC puede dejar este campo obsoleto sin su continuo reciclaje. Críticas desde el sector más tradicional de la educación.

CONCLUSIONES

Los estudiantes tuvieron la oportunidad de contrastar sus concepciones iniciales sobre el efecto invernadero a partir de detectar las leyes que lo rigen. Todo a través de una metodología de indagación y modelización propia del modelo que se propone desde el área de la didáctica de las ciencias experimentales para el tratamiento de estos fenómenos y/o procesos. Esta propuesta permitió la reflexión sobre la acción, promoviendo la libertad de argumentación, libertad de contrastación de hipótesis, generalización de un modelo común. Permitió valorar la capacidad de los estudiantes para argumentar, pensar, cuestionar la realidad y sus percepciones.

El partir de las concepciones erróneas y el enfrentarlas con los datos empíricos, permitió no solo detectarlas y hacer al alumno consciente de su existencia, sino trabajarlas ofreciendo un modelo alternativo coherente con el pensamiento científico y que les resulta más útil en su pensamiento, que aquellas que carecían de base científicas.

De los resultados de la experiencia se deduce una buena comprensión del fenómeno abordado y los procesos internos. Ayudó a los estudiantes a percibir los fenómenos y concluyendo en la complejidad que existen en los fenómenos naturales, así como la influencia de las variables. Estos a menudo tienen mecanismos muy complejos que debemos afrontarlos con el uso de sensores para ser monitoreados.

A través de esta implementación, los estudiantes asumen un papel activo en el proceso de aprendizaje, sumergiéndose en los procesos a partir de la exploración de cuáles eran las variables independientes y su influencia sobre otras dependientes. El uso del recurso, no solo permitió rapidez en la obtención de datos y por tanto trabajar con datos empíricos, si no que permitió expandir su aplicabilidad en otros fenómenos de la naturaleza. A+S fueron aceptados con entusiasmo, lo que jugamos con una motivación extra para el desarrollo de la unidad, que, en su versión más tradicional, suele estar cargada de pasividad y hastío por el alumnado. Las reflexiones argumentadas sobre los distintos contenidos y la participación de los estudiantes fueron constantes en el desarrollo de la actividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blas, D. y Jaén, A. (2018). Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria. *Hekademos: revista educativa digital*, 25, 73-82.

Digna, C. y Grimalt C. (2020) ¿Qué es STEM y STEAM y por qué ponerse a ello? *Aula*, 290 *71*- 72

INTEF (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente 2017*. Madrid: MECD.

Lorca-Marín, A. A. (2015) *Los videojuegos en la didáctica de las ciencias experimentales: una aproximación a través de los docentes en formación inicial y en ejercicio.* (Tesis Doctoral) Universidad de Huelva. Huelva

Lorca-Marín, A. A., González Castanedo, Y., y Delgado-Algarra, E. J. (2018). El uso de las redes sociales en el aula de ciencias ¿debe ser una obligación o no?. En Martinez Losada, C. y García Barros, S. (Coord). 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Iluminando el cambio educativo*. 989-994. Coruña. Universidad de la Coruña: Servizo de Publicacións.

Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1989). La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química. *Colección Cuadernos de Pedagogía*. Madrid: Laia D.L.

Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez-Liso, M., y Trabalón Oller, M. (2017). Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante indagación y modelización a la competencia para enseñar ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 115-122.

Sánchez Velázquez, J. L., Oliva Martínez, J., Rosado Barbero, L., y Cruz González, M. (1993). Detección de las ideas previas en cinemática utilizando la composición de movimientos. *Revista Investigación en la Escuela*, *19*, *105-116*.

CO.22 WebCiencia, experiencias STEAM implementadas en el aula de primaria. Valoración y análisis de utilidad

María Diez-Ojeda, Ainara Cedrún Sanibo, Jesús Ángel Meneses Villagra, Ileana María Greca Dufranc

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. mdojeda@ubu.es

RESUMEN

La falta de recursos en español para abordar la enseñanza STEAM plantea el objetivo de diseñar y crear WebCiencia, que contiene experiencias probadas en el aula basadas en las metodologías ECBI y PDI, ofreciéndose como un recurso para maestros de primaria, y analizar la valoración y utilidad. A una muestra de 121 sujetos se les ha pedido que interactúen con WebCiencia, la valoren mediante un cuestionario específico y estructuren una secuencia didáctica sobre un contenido científico apoyándose en el recurso TIC. Del análisis se obtiene un promedio de la valoración general de 8,46/10 p., destacando como fortalezas la estructuración de la web y claridad con la que se expone el contenido, y detectando carencias en la navegación, comprobándose a la par su utilidad como guía para que los maestros implementen, adapten o desarrollen sus propias secuencias didácticas usando enfoques STEAM.

Palabras clave: enseñanza STEAM; recurso TIC; indagación; diseño ingenieril; formación del profesorado.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, diversos estudios internacionales (Rocard, 2006; NRC, 2012; EU, 2015) insisten en la necesidad de enfatizar, desde el inicio de la escolarización obligatoria, una educación integrada de la Ciencia,

la Tecnología, las Matemáticas y la Ingeniería. Educación que se ha popularizado, en todo el mundo, como educación STEAM, acrónimo de las palabras inglesas, Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics.

La situación actual demanda a los maestros implementar en sus aulas de forma reflexiva y adecuada la enseñanza STEAM. Sin embargo, estos se enfrentan a muchos desafíos. Para ello, es necesario un cambio en la forma de enseñanza de la ciencia en primariaria: un cambio tanto de metodología didáctica, que permita al alumnado alcanzar la competencia científica, como del propio enfoque de la enseñanza, que permita a los estudiantes dar respuestas científicas a problemas reales del mundo en el que viven mediante la participación en actividades con un fuerte componente experimental (Struyf, Boeve-de Pauw, y Van Petegem, 2017). Así, se recomienda la utilización de metodologías activas como la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) y el Proceso de Diseño en Ingeniería (PDI).

Meneses y Diez-Ojeda (2018) afirman que "La enseñanza basada en la indagación es un enfoque didáctico que tiene en cuenta la forma en que los estudiantes aprenden y las metas de su aprendizaje" (p.58) y que "La metodología del Proceso de Diseño de Ingeniería proporciona un proceso flexible que estimula a los estudiantes a crear y desarrollar una solución práctica para los problemas de la vida real" (p.78); es aquí donde radica la importancia de ambas metodologías como eje vertebrador en el enfoque integrador e interdisciplinar STEAM.

Para que los docentes puedan aplicar estas propuestas directamente en el aula deben, por lo tanto, disponer de formación y conocimiento necesario, así como de material especialmente diseñado. Pero, a pesar de su uso extendido, resulta difícil encontrar obras en español sobre qué es una educación STEAM, así como ejemplos concretos de su aplicación en las clases de la escuela primaria (Greca y Meneses, 2018). Y si se encuentran, apenas hablan de las metodologías didácticas empleadas o están destinados a estudiantes universitarios y de Educación Secundaria, y tampoco aportan recursos adaptados al currículo ni experiencias previamente implementadas. La enseñanza STEAM se trata de una corriente educativa aún inmadura a nivel teórico-práctico y contaminada por algunos signos que parecen apuntar al seguimiento de una 'moda', lo que se refleja en una escasez de estudios que realmente respondan a la integración de las disciplinas que pretende el acrónimo y de herramientas eficaces para la formación del profesorado (Perales y Aguilera, 2019), así como una falta de recursos en español para abordarla.

Los docentes manifiestan la necesidad de crear este tipo de recursos y con esta premisa el Grupo de Investigación en Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Universidad de Burgos (GIEC - UBU) crea WebCiencia, ofreciéndose como un recurso TIC para los maestros de Educación Primaria en la implementación de dicho enfoque.

¿QUÉ ES WEBCIENCIA?

WebCiencia es una página web diseñada como una herramienta informativa, formativa y práctica para los docentes que imparten Ciencias de la Naturaleza en las primeras etapas de la enseñanza. Contiene secuencias didácticas indagatorias y proyectos ingenieriles previamente implementados con un formato atractivo y lleno de recursos para poder llevar a cabo en las aulas estas propuestas, las cuales versan sobre distintos contenidos científicos que se han diseñado ajustándose al currículo de la educación formal y desde un enfoque integrador STEAM. Pretende impulsar el uso de las metodologías innovadoras ECBI y PDI para integrar la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, el Arte y las Matemáticas, a la par que incentivar el interés del alumnado hacia estas áreas y mejorar los aprendizajes. Y las propuestas basadas en dichas metodologías, en particular, favorecen que los docentes estén mejor capacitados para ayudar a los estudiantes a progresar en su conocimiento y, a su vez, son apropiadas para promover en estos últimos procesos metacognitivos que deberían estar implicados en una enseñanza STEAM.

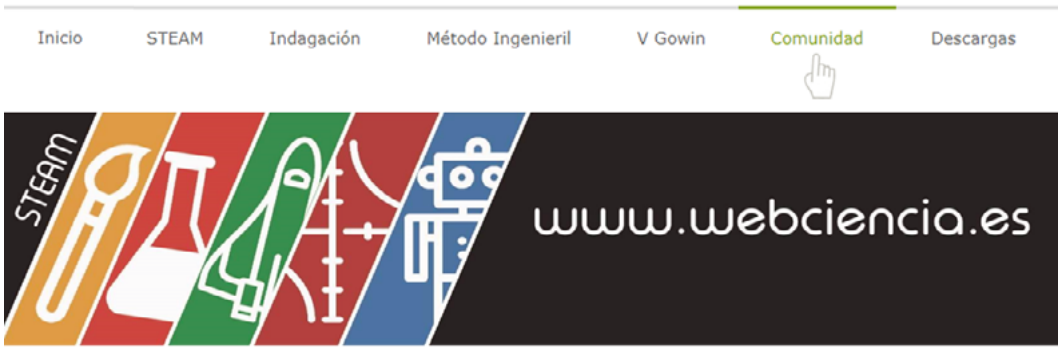


Figura I. Comunidad

WebCiencia se estructura en dos partes fundamentales: parte privada y pública (Diez-Ojeda y Cedrún, 2019). La parte privada es la 'Comunidad de Práctica' (figura I), donde se invita a los profesores a registrarse como usuarios y a participar en el Foro. De esta forma, se desencadena una interacción que facilita el intercambio de conocimiento y de experiencias contrastadas a partir de sus intervenciones de aula, así como la consulta de información, que expertos en la materia y otros docentes pueden contestar.

En la parte pública se presentan las distintas propuestas didácticas clasificadas como 'Indagaciones' (figura II), 'Método Ingenieril' (figura III) y 'V de Gowin', donde maestros y estudiantes podrán navegar por sus fases organizadas de manera cíclica, en las que estos últimos resuelven situaciones problemáticas a través de la búsqueda de respuestas basadas en evidencias y proponen soluciones científico-tecnológicas, y descargar los documentos PDF (o fichas) para imprimir y ser utilizados en el aula o poderse completar directamente desde los diferentes dispositivos que tengan disponibles.

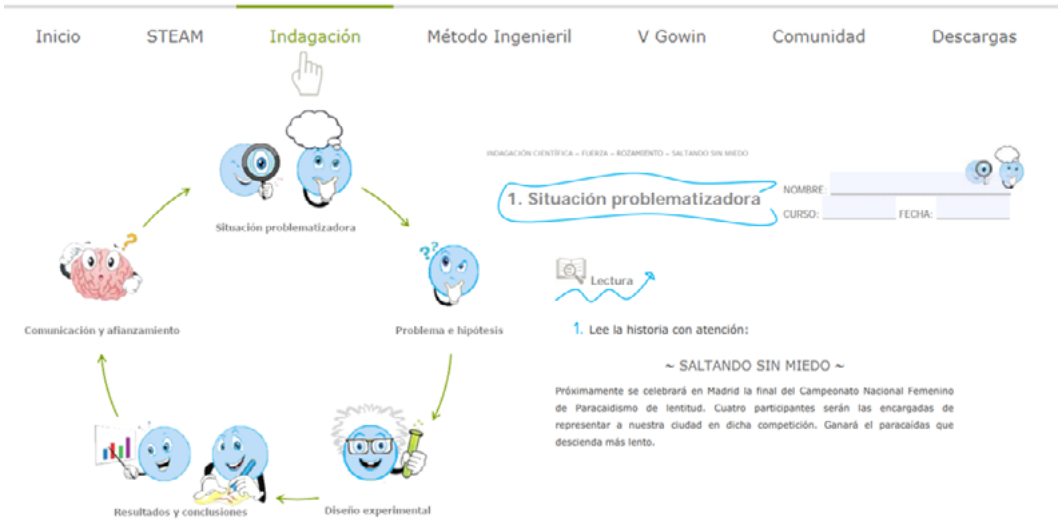


Figura II. Indagación

Figura III. Método Ingenieril

Se destaca un apartado de 'Descargas' (figura IV), donde se podrá encontrar un repositorio de textos académicos y publicaciones científicas relacionadas, en su mayoría, con el enfoque de enseñanza STEAM, y un canal de YouTube.

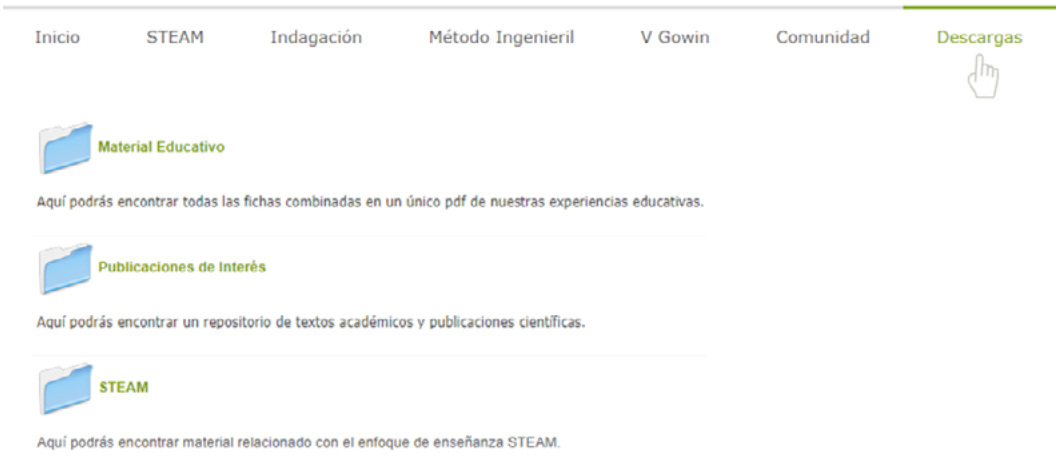


Figura IV. Descargas

Dada la dificultad de encontrar un recurso bien estructurado, se recomienda visitar www.webciencia.es para acceder al compendio de propuestas, que son presentadas de forma pormenorizada y con variedad de recursos didácticos y material educativo, y registrarse y colaborar en el Foro, debatiendo y compartiendo experiencias docentes eficaces.

FASES DEL PROYECTO

Debido a la escasez de recursos en español para abordar la enseñanza STEAM y la falta de formación que demandan los docentes, se plantea el objetivo de diseñar y crear WebCiencia, con experiencias probadas y refinadas basadas en las metodologías ECBI y PDI, planteándose como un recurso que pueden utilizar los maestros tanto para su formación en estas disciplinas como para poder extraer secuencias didácticas e implementarlas en sus aulas. Una vez definidos los diferentes requisitos y necesidades que va a tener que cubrir el recurso, se plantean las siguientes fases en el proyecto:

Fase I: planificación de la arquitectura. Se realiza el mapa de la arquitectura del sitio web elaborando un esquema de la organización y estructuración del mismo.

Fase II: diseño y creación de la web. Este punto es importante, ya que es la parte visual que va a llegar al usuario. Se trabaja desde los tipos de letras y colores hasta los diseños de plantillas e imágenes que se van a publicar en WebCiencia.

Fase III: alimentación. Es importante que una vez que se haya probado el funcionamiento, se proceda a alimentar la web de experiencias, cuyo principal requisito es que hayan sido implementadas previamente, adaptándolas al formato y diseños consensuados.

Fase IV: creación y validación de una rúbrica. Tras la creación de la web, se plantea la pregunta de si es un recurso útil y que cubre las necesidades por las que se creó. Para ello, se crea un instrumento específico y se somete a WebCiencia a un proceso de análisis.

Fase V: mejora del recurso. WebCiencia no es un recurso estático, está en constante desarrollo, bien por la implementación de nuevas secuencias, bien por el interés que se tiene en realizar las mejoras necesarias para que el recurso sea útil y cumpla los objetivos de su creación. Por este motivo se plantea una última fase de mejora continua.

OBJETIVO

En el presente estudio ofrecemos los resultados de uno de los análisis englobados en la fase IV del proyecto. El objetivo principal de este estudio es: analizar la valoración de WebCiencia emitida por maestros en formación mediante un instrumento específico generado a tal fin, a la par que analizar la viabilidad y eficacia del recurso para la adaptación de las secuencias propuestas a casos concretos de aula.

METODOLOGÍA

El estudio se ha realizado a partir de las valoraciones emitidas por 121 maestros en formación, 81 mujeres y 40 hombres, que han cursado la asignatura de Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias, correspondiente al cuarto curso del Grado en Maestro de Educación Primaria. Los sujetos, a lo largo de su formación y en especial en esta asignatura, han trabajado con enfoques STEAM integrados diseñando secuencias didácticas basadas en las metodologías de indagación y diseño ingenieril desde un abordaje empírico y práctico.

El instrumento utilizado para el análisis ha sido el cuestionario diseñado y validado por Diez-Ojeda y Cedrún (2019), en el cual se han tenido en cuenta tanto los parámetros establecidos por Boklaschuk y Caisee (2001) para evaluar páginas web educativas como las aportaciones de la comparativa realizadas por Barrera, Nuñez, y Motola (2006) sobre diferentes propuestas para la realización de las preguntas. El cuestionario plantea dos componentes principales de análisis: contenido y aspectos técnicos, que, a su vez, se dividen en diez parámetros: audiencia, credibilidad, exactitud, objetividad, cobertura, actualización, estética, navegación, accesibilidad y utilidad.

Previamente a la cumplimentación del cuestionario, se pidió a los sujetos que interactuasen con la página web, indicándoles que en la prueba escrita se les pediría estructurar una secuencia didáctica adaptada a un caso concreto sobre un contenido científico usando WebCiencia como recurso. Se plantearon tres contenidos desarrollados en diferentes secuencias propuestas en WebCiencia, atendiendo en dos de ellos al programa de bilingüismo o a las Necesidades Educativas Especiales, y el tercero se acotaba a trabajar dentro del propio contenido.

El cuestionario presenta tres tipos de preguntas a) cerradas a partir de una escala de Likert del 1 al 5 (siendo 5 mejor valorado), b) cuestiones de Sí/No y c) preguntas más abiertas con respuestas cortas. De esta forma,

aporta resultados cuantitativos y cualitativos. En estos últimos se han categorizado las respuestas para poder proceder a su análisis estadístico, a parte de las aportaciones e impresiones que extraen los investigadores. Los resultados se expresan, principalmente, en valores porcentuales.

RESULTADOS

Análisis de valoración

A continuación, se exponen los resultados más destacados en función de los parámetros analizados:

Audiencia: el 92,6% considera que la información es de interés para el público al que está destinada la web con valoraciones de 4 y 5. Esto puede ser debido a la diversidad de opiniones sobre a quién está destinada la web y no cerrándose en ningún caso a un único grupo. De esta manera y tal y como muestra la tabla I, mayoritariamente, se considera que está destinada a docentes (ejercientes y en formación) y al alumnado. El 86,7% considera que las propuestas son apropiadas para el nivel al que están dirigidas y el 28,9% no identifica los mecanismos y consejos para adaptar las propuestas a diferentes niveles educativos.

Tabla I. Respuestas sobre a quién está destinada WebCiencia

CATEGORIZACIÓN	Nº RESPUESTAS	% SOBRE LA MUESTRA*
Alumnos EPO	42	34,71
Maestros ejercientes	91	75,21
Maestros en formación	55	45,45
Profesores Didácticas universidad	54	44,63
Cualquier persona interesada	14	11,57
Profesores secundaria	55	45,45
Centros/Comunidad educativa	7	5,79
Alumnos secundaria	30	24,79
Nula	7	5,79

*Un mismo sujeto ha podido describir más de una categorización.

Credibilidad: en este parámetro cabe destacar que el 97,52% ha resaltado la confianza que evoca el recurso respaldando sus respuestas en la estructura y organización que presentan las secuencias, porque están previamente implementadas y por los profesionales que las respaldan. El 92,6% es capaz de encontrar los mecanismos para contactar o realizar consultas a través de la web, por otro lado, un 28,1% no ha podido identificar a los autores de las propuestas.

Exactitud: el 40,5% de los encuestados muestra dificultad para identificar la formación académica de los autores. El 91,7% considera que la información que facilita WebCiencia coincide claramente con el propósito previsto, siendo la puntuación más baja de 2 y otorgada por un encuestado. Del 5,8% que declara haber detectado errores gramaticales y tipográficos, solamente uno indica el error concreto y adecuadamente.

Objetividad: el 96,7% de los encuestados sabe identificar el contenido de WebCiencia y les parece coherente con sus objetivos. Tras analizar la definición que dan sobre el contenido, algunas respuestas se apoyan en describir las metodologías que presenta, su finalidad y destinatarios. Mayoritariamente, otras respuestas se limitan a calificar el contenido con adjetivos como útil, fiable, completo y práctico, alegando como aspectos

positivos la estructura y organización que presenta.

Cobertura: el 90,9% considera que la información se cita correctamente. Un 69,4% considera apropiado tanto el número como el contenido de los enlaces a otras páginas, frente a un 5,8% que ha encontrado enlaces rotos, esto puede ser debido a que la web está en constante evolución y se refieran a propuestas en proceso de construcción.

Actualización: se ha podido detectar que existen dificultades (37,2%) para identificar las fechas de edición y revisión de las propuestas, y que el 55,4% considera que la frecuencia de actualización del sitio web es apropiada. Destacando que, aunque un 99,2% considera interesante que se incluyan las redes sociales como medio de difusión de la información de WebCiencia, solamente el 54,5% participaría activamente en ellas.

Estética: en cuanto a las preguntas realizadas que aportan información sobre la estética, se obtiene una puntuación media general de 4,37/5 p., valorando positivamente el uso de imágenes que enriquecen el sitio web y tablas, diagramas y gráficos que ayudan a comprender el contenido.

Navegación: se aprecia que identifican correctamente la temática de la página. En cuanto a los aspectos técnicos sobre la navegación, el 96,7% indica que el título de la web es apropiado para definir el contenido de la misma y el 88,4% indica que el sistema de navegación de WebCiencia es eficiente, destacando el orden y estructuración (91,7%). Pese a que al 80,2% le parece que está claramente explicada la navegación, únicamente el 66,1% ha podido ver un resumen del contenido. El 82,6% considera apropiado el sistema de búsqueda de información, alegando el 14,87% como posible mejora incluir un buscador.

Accesibilidad: pese a que se valora de manera muy positiva tanto el tiempo de carga como la fluidez y el sistema adaptativo, hay que destacar que un 66,6% considera importante que la propia web tenga mecanismos para adaptaciones con discapacidades visuales.

Utilidad: al 99,2% de la muestra le parece que la información que se publica en WebCiencia es de interés y utilidad para los maestros, destacando la cantidad de materiales, recursos y propuestas empíricas viables, previamente implementadas, que contiene la página web, la claridad con la que se exponen las secuencias, así como la organización y estructuración de WebCiencia, siendo el promedio de la valoración general del conjunto del recurso de 8,46/10 p.

Análisis de la viabilidad de adaptación

Tras la realización de la prueba escrita en la que se proponía estructurar una secuencia didáctica adaptada a un caso concreto sobre un contenido científico usando WebCiencia como recurso, se extrae que la valoración final de los resultados es de 7,2/10 p. En este caso, debemos indicar que las valoraciones extraídas del grupo donde se acotó el contenido a trabajar dentro del propio contenido fueron bastante inferiores, mostrando evidencias de la falta de comprensión de los contenidos científicos y no en la estructura de la secuencia didáctica.

CONCLUSIONES

Partiendo de la dificultad para encontrar recursos en español bien estructurados, WebCiencia ofrece la posibilidad de acceder a un compendio de propuestas, previamente implementadas en el aula, con multitud de recursos y materiales. Tras el exhaustivo análisis, se han destacado fortalezas como la organización y estructuración de la página web, a la par que la calidad y claridad del contenido, pero también se han detectado debilidades, principalmente asociadas a la navegación y búsqueda de información, las cuales revierten en forma de posibles modificaciones y/o mejoras en la web, pudiendo afirmar que la valoración ha sido muy positiva y verificar que el conjunto del recurso puede ser de utilidad como guía para los maestros que quieran aplicar, adaptar o bien desarrollar sus propias secuencias didácticas usando enfoques STEAM.

AGRADECIMIENTOS

Por último, expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), entidad financiadora del proyecto (EDU2017-89405-R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrera, C. R., Núñez, S., y Motola, D. (2006). Evaluación de sitios web en internet: propuestas para la evaluación de sitios web de bibliotecas públicas y de salud. *Acimed*, *14*(4), 0-0. Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_4_06/ aci04406.htm

Boklaschuk, K., y Caisse, K. (2001). Evaluation of educational web sites. *Comunicaciones Educativas y Tecnología University of Saskatchewan*, *1*, 1-14.

Diez-Ojeda, M. y Cedrún, A. (2019). Formación del profesorado de primaria en ECBI y PDI a través de la plataforma WebCiencia: Valoración. En F. J. Egea, J. J. Gázquez, M. M. Molero, M. M. Simón, A. Martos, A. B. Barragán, J. G. Soriano (Eds.), *Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura* (pp.413-424). Madrid: DYKINSON, S. L. Recuperado de: https://www.dykinson.com/libros/innovacion-docente-e-investigacion-en-ciencias-ingenieria-y-arquitectura/9788413245591/

Greca, I. M. y Meneses, J. Á. (Coords.). (2018). *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas*. Madrid: Dextra Editorial S. L.

Meneses, J. Á., y Diez-Ojeda, M. (2018). El enfoque de enseñanza STEAM a través de la metodología de indagación. En I. M. Greca y J. Á. Meneses (Coords.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp.55-91). Madrid: Dextra Editorial S. L.

National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices crosscutting*. Washington D. C.: The National Academies Press.

Perales, F. J. y Aguilera, D. (25 de junio de 2019). Educación STEAM: algo más que unas siglas. *Diario Granada Hoy*, p.25.

Rocard, M. (2006). *Informe sobre la enseñanza científica en Europa*. Recuperado de: http://www.ec.europa.eu/research/science-society

Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., y Van Petegem, P. (2017). Hard science: A career option for socially and societally interested students? Grade 12 students' vocational interest gap explored. *International Journal of Science Education*, *39*(17), 2304-2320.

Unión Europea (EU) (2015). *Science Education for Responsible Citizenship. Informe de la Unión Europea*. Recuperado de: http://www.ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

CO.23 Explorando Marte: un proyecto de aprendizaje de las ciencias basado en indagación para la Educación Infantil

Isabel Zudaire, Raquel Buil, Irantzu Uriz y María Napal

Departamento de Ciencias, área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Pública de Navarra, Pamplona. E-mail: mariaisabel.zudaire@unavarra.es

RESUMEN

En este trabajo se muestra la implementación y evaluación de un proyecto de enseñanza de las ciencias basado en indagación en un aula de 4-5 años de educación infantil. En el contexto de una hipotética carta de Pedro Duque, el alumnado debía ayudar al astronauta a planificar su viaje a Marte teniendo en cuenta las condiciones para la vida en ese planeta (temperatura y la necesidad del agua). El objetivo principal del proyecto fue favorecer el desarrollo de destrezas científicas básicas del alumnado. Para ello se siguió un esquema común en las actividades (predecir, experimentar u observar y concluir), sobre el cual el alumnado fue progresivamente construyendo mejores explicaciones que le permitían justificar sus conclusiones y describir sus observaciones. Además fueron capaces de aplicar lo aprendido en otros contextos, y manifestaron un gran interés en "seguir investigando".

Palabras clave: Educación Infantil; Indagación; Destrezas científicas.

INTRODUCCIÓN

La investigación en didáctica de las ciencias ha confirmado que una de las metodologías más eficientes para el aprendizaje de las ciencias es la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI)(Couso, 2014). La ECBI propone actividades de aprendizaje que incluyan prácticas experimentales y de observación, pero también actividades que permitan el desarrollo de habilidades argumentativas (European Commission of the Expert Group on Science Education, 2015). La ECBI ha sido descrita de formas muy diversas (Pedaste et al., 2015) pero principalmente consiste en plantear un escenario o pregunta próxima al contexto del estudiante, que sea desafiante y cuya explicación permita dar a conocer sus ideas previas sobre el contenido a trabajar. Para resolver la pregunta o dar una explicación a la nueva situación, el alumnado debe formular una hipótesis de trabajo, planificar una investigación, llevarla a cabo y analizar los datos. El contraste entre las conclusiones de la investigación y la predicción inicial, permite reestructurar el modelo de partida, favoreciendo así la comprensión de los contenidos (Harlen, 2012).

La ECBI es una metodología que permite trabajar los cuatro dominios del conocimiento científico (van Uum et al., 2016): conceptual, procedimental, epistémico y social o actitudinal. Con respecto al procedimental, la ECBI permite desarrollar destrezas científicas como la capacidad de plantear preguntas, observar, clasificar, inferir, razonar etc. generalizables después a múltiples ámbitos de la vida.

En las últimas décadas, los proyectos de ECBI se han llevado a cabo en el ámbito de la educación primaria y principalmente de la secundaria, pero son escasos los ejemplos en la educación infantil. Sin embargo, varios estudios muestran que los estudiantes de esta etapa pueden llevar a cabo proyectos con esta metodología y responder preguntas científicas que requieren habilidades abstractas simples (Gelman et al., 2010), si se tienen en cuenta sus características cognitivas y psicomotoras específicas (Johnson et al., 2019; Samarapungavan et al., 2008, 2011)

Algunos investigadores destacan que una de las causas más importantes de esta presencia limitada de la ciencia en el aula de infantil es la baja autoconfianza de los docentes para enseñar ciencias en estos primeros años (Eckhoff, 2017; Saçkes, 2014)I utilized a multiple methods approach and data included classroom observations, transcripts from lesson planning sessions, preservice teachers' reflection journals, kindergarten science journals, and pre- and post-measurements for preservice teachers on the Draw-A-Scientist Test (DAST. Para superar este obstáculo, los programas de formación de docentes están haciendo un especial esfuerzo en el desarrollo de la competencia científica de los futuros docentes de educación infantil (Cantó Doménech et al., 2016; Eckhoff, 2017).

Por todo ello, en este trabajo, presentamos la implementación de un proyecto de ciencias utilizando una metodología de ECBI, en el contexto del desarrollo de un trabajo fin de grado de una alumna del grado en Maestro en Educación Infantil.

OBJETIVOS

El objetivo principal de nuestro estudio fue diseñar e implementar un proyecto de ECBI para favorecer en el alumnado de educación infantil el desarrollo de destrezas científicas básicas, y fomentar el interés por aprender. Además, a través del proyecto se pretendía que el alumnado adquiriera conocimientos sobre contenidos relacionados con la importancia del agua y la temperatura para la habitabilidad de los seres vivos.

PROPUESTA DIDÁCTICA

Diseño y participantes

El proyecto se llevó a cabo en un aula compuesta por 23 estudiantes (13 niñas y 10 niños) de entre 4 y 5 años. Las actividades fueron diseñadas por la alumna y las investigadoras autoras de este trabajo, en colaboración con la maestra tutora del aula.

Como se ha indicado en la introducción, en el diseño de las actividades se tuvo muy en cuenta el desarrollo cognitivo, psicológico, motriz y social del alumnado preparando materiales y escenarios que facilitaron el desarrollo del mismo. Así, todas las predicciones fueron anotadas en murales que permanecieron expuestos en la clase durante todo el proyecto. Cada día, se volvía a repasar lo realizado el día anterior y se observaba lo anotado. Dadas las limitaciones de lectoescritura, se utilizaron pictogramas y se leyeron los textos en voz alta. Como parte de la contextualización, se repartiendo medallas personalizadas, y se simulaba utilizar una bata de laboratorio que debían colocarse antes de cada actividad.

El proyecto de ECBI se contextualizó en el planeta Marte porque los estudiantes habían estado trabajando con los planetas en un proyecto anterior y habían mostrado un gran entusiasmo por este tema. Este grupo de estudiantes había trabajado anteriormente con metodologías de aprendizaje basado en proyectos y rincones, pero era la primera vez que trabajaban siguiendo una metodología de indagación.

Actividades de ECBI desarrolladas

Para nuestro proyecto, decidimos adoptar el esquema descrito en el proyecto Fibonacci, basado en las recomendaciones de Harlen y colaboradores (Harlen, 2012).

El proyecto se desarrolló durante cuatro semanas, con una o dos sesiones por semana, incluyendo las siguientes actividades (Fig. 1).

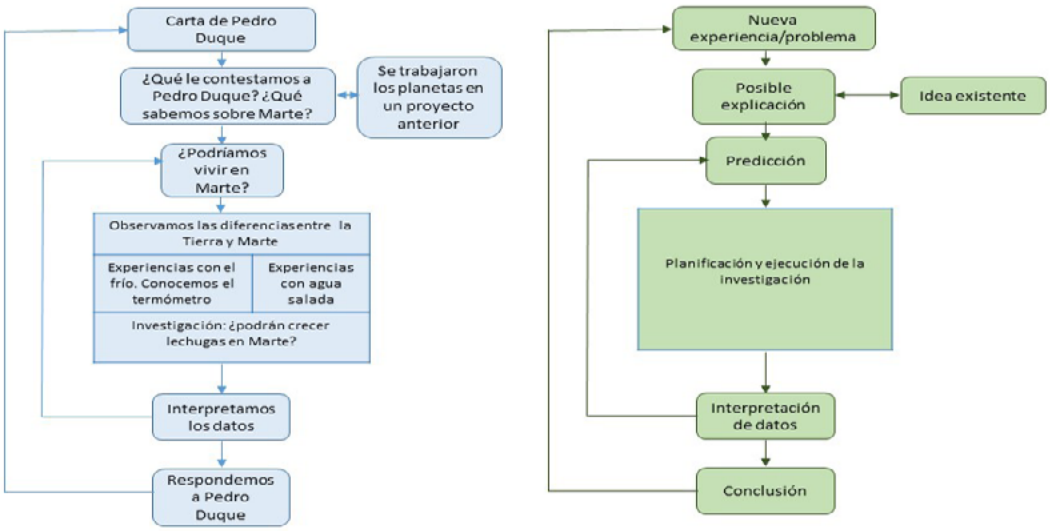


Figura 1. Esquema de la intervención del proyecto de ECBI (izquierda) tomando como referencia el descrito en el proyecto Fibonacci (derecha)

Nueva experiencia o problema

El conserje de la escuela trajo una carta especialmente dirigida al alumnado de la clase. En esa carta, el astronauta Pedro Duque les pedía ayuda, puesto que estaba planeando una misión a Marte y necesitaba saber qué debía preparar para viajar a ese planeta. La carta incluía medallas con el nombre de cada estudiante en el reverso, que ellos decoraron posteriormente.

Posible explicación y conocimientos previos

Sentados en asamblea, los estudiantes fueron sugiriendo ideas para ayudar a Pedro Duque, mostrando sus conocimientos sobre Marte que fueron registrados. Además, individualmente mediante dibujos representaron sus ideas acerca del planeta.

Predicción

La pregunta que se les planteó fue: con lo que sabéis sobre Marte, ¿creéis que podríamos vivir allí? Además de marcar sí o no en un mural, se alentó a los estudiantes para que justificaran su predicción.

Investigación

Para iniciar la investigación, se mostraron imágenes en papel del planeta Tierra y el planeta Marte, y a través de la pizarra digital, imágenes obtenidas de la NASA y de https://accessmars.withgoogle.com/)

Se les pidió observar y comparar ambos planetas. Tras el diálogo, se les mostró cuales habían sido sus descripciones sobre Marte en la actividad anterior. Se generaron muchas dudas acerca de algunos aspectos (¿hace mucho calor como pensábamos porque es rojo, o hace frío porque hay casquetes polares?) y guiados por la maestra en formación, se decidió investigar sobre la temperatura del planeta y el agua presente.

Experiencias con el frío. Conocemos el termómetro.

Al día siguiente, la maestra mostró a los estudiantes un modelo de termómetro hecho de cartón (Figura 2). Después de establecer un diálogo sobre el uso de este instrumento, la maestra mostró algunas imágenes con diferentes escenarios: una ciudad nevada, una playa, un jardín en primavera, un jardín en otoño, su propia clase y nuevamente una imagen de Marte. Para conocer el funcionamiento del termómetro y poder situar las imágenes, observaron la temperatura en un termómetro real en su aula y en el patio del centro. Tras colocar todas las imágenes, finalmente, la pregunta fue: ¿dónde podemos pegar la imagen de Marte? La mayoría de los estudiantes señalaron la posición de la imagen del pueblo nevado, y se sorprendieron mucho cuando la maestra la colocó mucho más abajo (Nota: aunque oscilante, la temperatura media superficial del planeta es de -55 °C y dada la edad de los estudiantes, sólo se consideró este último dato). La actividad terminó con un diálogo considerando si podrían vivir a tan baja temperatura.

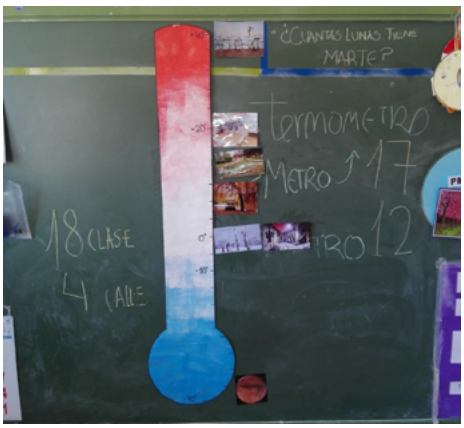


Figura 2. Termómetro e imágenes utilizadas. El planeta Marte está situado donde indica la flecha

Para mejorar la comprensión de lo que significa una temperatura muy baja y relacionarlo con la percepción sensorial de frío se realizaron nuevas actividades. Primero, se prepararon tres cubos con agua a diferentes temperaturas: agua tibia, agua a temperatura ambiente y agua con cubitos de hielo. Se pidió a los estudiantes que introdujeran sus manos en los cubos y manifestaran qué temperatura preferían y por qué. Después, se preparó un concurso para ver quién podía aguantar más en el cubo con agua y cubitos de hielo. Tras las actividades, volvieron a valorar dónde debían colocar la imagen del cubo con agua y cubitos en el termómetro de cartón. Al comprobar que la temperatura de Marte es aún más baja, se volvió a plantear la pregunta inicial: ¿podríamos aguantar mucho tiempo en Marte? ¿Qué podríamos hacer para soportar este clima tan frío?

Experiencias con agua salada

Inicialmente, se pidió al alumnado que dibujaran cuatro actividades diferentes que realizan utilizando agua. Tras explicarlo en voz alta, el listado de actividades se registró en la pizarra. La maestra entonces preguntó si podríamos vivir sin agua, iniciando un nuevo debate.

Al día siguiente, la maestra mostró en clase una noticia sorprendente que había leído en el periódico: en Marte hay poca agua y la mayor parte es agua salada. Se volvieron a observar los dibujos del día anterior y se valoró si podrían realizar esas actividades con agua salada, registrando sus comentarios. Para comprobar si el agua salada les gustaba o no, con la guía de la maestra, decidieron diseñar una actividad, buscando los materiales que podrían utilizar (agua, sal, vasos, cucharillas, etc.). Tras probar el agua salada, revisaron su predicción inicial y justificaron su postura (Figura 3)

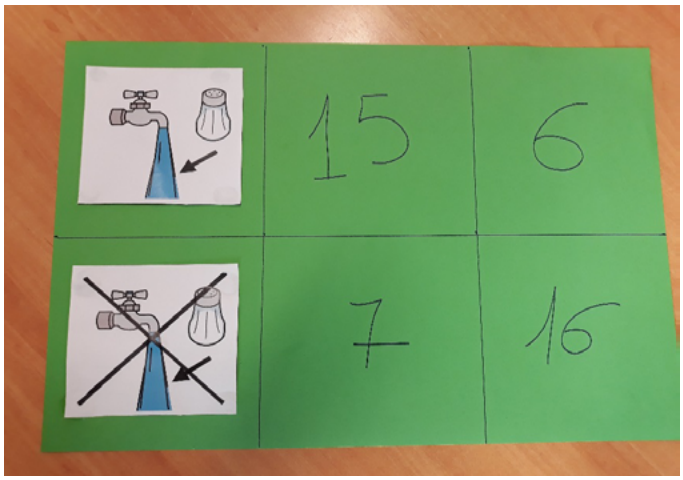


Figura 3. Declaraciones del alumnado antes y después de probar el agua salada a la pregunta ¿podríamos vivir todos los días con agua salada? Izquierda: antes de probar. Derecha: después de probar. Arriba: sí podríamos vivir; abajo, no podríamos vivir

Investigación, ¿podrán crecer lechugas en Marte?

Volviendo a la pregunta inicial (¿podríamos vivir en Marte?) se inició un diálogo recordando todo lo aprendido sobre la temperatura y el agua en Marte. Tras el debate, se decidió cultivar en pequeños maceteros, lechugas en las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente y agua dulce
- Temperatura ambiente y agua salada
- En el frigorífico y agua dulce
- En el frigorífico y agua salada

Los estudiantes se organizaron en grupos y cada día un grupo era responsable de regar las plantas y registrar el crecimiento con sus dibujos. La maestra además tomó fotografías del crecimiento da las plantas cada día (Figura 4). Al finalizar, todos los dibujos y fotografías se registraron en un gran poster.

Figura 4. Registro del crecimiento de las lechugas en las cuatro condiciones experimentales

Respondiendo a Pedro Duque

La última sesión comenzó de nuevo recordando las actividades. La maestra entonces mostró al alumnado las predicciones de la pregunta ¿podríamos vivir en Marte? y volvió a replantearla. Siete estudiantes cambiaron de opinión tras el desarrollo del proyecto, declarando que no podrían vivir en Marte. Para finalizar, vistas las condiciones del planeta, los estudiantes escribieron una carta a Pedro Duque con consejos para el viaje.

RESULTADOS

El objetivo principal de este trabajo fue fomentar el desarrollo de destrezas científicas en el alumnado de infantil trabajando mediante una metodología de indagación (Padilla, 1991). La tabla 1, muestra las principales destrezas trabajadas en cada una de las actividades.

Tabla 1. Destrezas trabajadas en cada una de las actividades del proyecto

ACTIVIDADES	OBSERVAR	COMPARAR	PREDECIR	EXPERIMENTAR	RAZONAR EXPLICAR	COMUNICAR
Carta de Pedro Duque						
¿Qué sabemos sobre Marte?						
¿Podríamos vivir en Marte?						
Marte *vs.* La Tierra						
Experiencias con frío/termómetro						
Experiencias con agua salada						
¿Crecerán lechugas en Marte?						
Respondiendo a Pedro Duque						

Los estudiantes presentaron principalmente dificultades para explicar y razonar, tanto en las comparaciones como en las justificaciones de sus argumentaciones. En la observación de las imágenes de los dos planetas eran capaces de describir las características de los dos, pero no de establecer las comparaciones. A la hora de justificar sus afirmaciones en sus respuestas iniciales a ¿podríamos vivir en Marte?, se limitaron a contestaciones de "sí, porque sí" o "no, porque no". Muy pocos proporcionaban respuestas justificadas: "sí, no hay oxígeno pero llevamos casco", "no, porque hace mucha calor". Al repetir en las siguientes actividades la misma metodología de trabajo (qué pienso, observo o experimento y luego concluyo) fueron adquiriendo mayor destreza para comunicar sus justificaciones ("¿podríamos vivir con tanto frío en Marte? No, mi abrigo no es tan calentito").

A pesar de que en las explicaciones, en ocasiones, se mantenían las características del pensamiento infantil, como por ejemplo decir "la lechuga está cansada, se está poniendo triste" cuando la veían marchita (animismo), sus explicaciones fueron progresivamente mostrando un razonamiento lógico:

- ¿Cómo podríamos aguantar tanto frío en Marte? "Podríamos convertirnos en cubitos de hielo".
- *Respecto a la lechuga regada con agua salada y crecida a temperatura ambiente: ¿qué le ha pasado a la lechuga?*: "Que necesita otra agua".
- *Trabajando la comparación*: "¡Qué grandes están, pero estas… muy chiquis!".
- ¿Qué necesita Pedro Duque para su viaje?
    - "un grifo con agua dulce"
    - "tiene que comprar mucha comida porque no hay comida, no se puede plantar". "No habrá tomates", "ni pepinos", "no habría comida", "¡animales tampoco!".

Fue satisfactorio también comprobar como los conocimientos y destrezas adquiridas se aplicaron en ocasiones en otros contextos diferentes (hablando sobre si podrían llevar un cerdo al aula, un alumno dijo: "Si le da-

mos agua dulce no le pasará nada, agua salada no ¡eh!"). Además se observó que habían disfrutado mucho con el proyecto y habían comprendido su finalidad: "Hemos investigado mucho", "aprendido un montonazo", "se lo voy a contar a mi hermanito (cuando nazca)".

Con respecto a la metodología docente podemos resaltar que resultó muy útil tener registradas y visibles las explicaciones iniciales, para después compararlas con lo observado, ya que eso les generaba confusión ("¡estamos locos!") y les motivaba a conocer más sobre cada aspecto, segundo objetivo de esta propuesta ("no, yo quiero investigar ahora" (cuando se realizaba otra actividad), "quiero investigar mucho sobre Marte"). Dada la edad de los estudiantes fue muy útil combinar el uso de un termómetro real con el modelo de cartón, puesto que eso les facilitó hacer el ejercicio de abstracción necesario para ir colocando cada imagen en posiciones diferentes según la temperatura.

La clase en la que se desarrolló la propuesta, como es habitual en esta etapa educativa, era de una gran diversidad en cuanto a desarrollo cognitivo. Al final del proyecto podemos considerar que al menos seis estudiantes fueron capaces de trabajar de forma indagatoria, planificando y reflexionando de forma autónoma, ocho de ellos precisaron de pequeños apoyos de la docente a través de preguntas productivas y nueve han presentado dificultades para trabajar según esta metodología. Es de destacar que un alumno con un déficit en el desarrollo psicoevolutivo y escasa participación en aula, modificó su comportamiento durante el desarrollo del proyecto, mostrando mucho interés en participar e interaccionando con el resto de los estudiantes.

El desarrollo del proyecto mostró que, cuando se proporciona al alumnado de infantil las herramientas y el tiempo suficiente, éste es capaz de desarrollar destrezas científicas básicas que le serán de gran utilidad para su vida diaria, y para desarrollar progresivamente destrezas científicas más complejas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantó Doménech, J., De Pro Bueno, A., & Solbes, J. (2016). Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Ensenanza de Las Ciencias*, *34*(3), 25–50. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *Conferencia Inaugural. XXVI Encuentro de Didáctica de Las Ciencias Experimentales.*, 1–28.

Eckhoff, A. (2017). Partners in Inquiry: A Collaborative Life Science Investigation with Preservice Teachers and Kindergarten Students. *Early Childhood Education Journal*, *45*(2), 219–227. https://doi.org/10.1007/s10643-015-0769-3

European Commission of the Expert Group on Science Education. (2015). Science Education for Responsible Citizenship. In *Directorate-General for Research and Innovation Science with and for Society*. https://doi.org/10.2777/12626

Gelman, R., Brenneman, K., Macdonald, G., & Román, M. (2010). *Preschool pathways to science (PrePS):facilitating scientific ways of thinking, talking, doing, and understanding.* (P. H. Brookes (ed.)). Brookes Publishing Company.

Harlen, W. (2012). Inquiry in Science Education. In *Fibonacci project*. Recuperado de https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/action_internationale/inquiry_in_science_education.pdf

Johnson, L., McHugh, S., Eagle, J. L., & Spires, H. A. (2019). Project-Based Inquiry (PBI) Global in Kindergarten Classroom: Inquiring About the World. *Early Childhood Education Journal*, *47*(5), 607–613. https://doi.org/10.1007/s10643-019-00946-4

Padilla, M. J. (1991). Science activites, process skills and thinking. In S. Glynn, R. Yeany, & B. Britton (Eds.), *The pyschology of learning science* (pp. 205–217). Hillsdale, NJ: Lawrence erlbaum.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Saçkes, M. (2014). How often do early childhood teachers teach science concepts? Determinants of the frequency of science teaching in kindergarten. *European Early Childhood Education Research Journal*, *22*(2), 169–184. https://doi.org/10.1080/1350293X.2012.704305

Samarapungavan, A., Mantzicopoulos, P., & Patrick, H. (2008). Learning science through inquiry in kindergarten. *Science Education*, *92*(5), 868–908. https://doi.org/10.1002/sce.20275

Samarapungavan, A., Patrick, H., & Mantzicopoulos, P. (2011). What kindergarten students learn in Inquiry-Based science classrooms. *Cognition and Instruction*, *29*(4), 416–470. https://doi.org/10.1080/07370008.2011.608027

van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, *38*(3), 450–469. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660

CO.24 El aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza desde las didácticas específicas en Educación infantil: La construcción de un hotel de insectos

Lourdes Aragón[1], Beatriz Gómez-Chacón[1], Daniel David Martínez[2], Sofía Rodríguez[2], Michel Santiago[3], Susana Sánchez[3]

[1]Departamento de Didáctica, Área de Didácticas de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz. lourdes.aragon@uca.es

[3] Departamento de Didáctica de la Lengua y la Literatura. Universidad de Cádiz.

RESUMEN

En este trabajo se describe una propuesta didáctica que se enmarca en un Proyecto de Innovación y Mejora Docente concedido por la Universidad de Cádiz en el curso 2019/2020. Se trata de una propuesta planificada y desarrollada desde tres asignaturas: Didáctica del Medio Natural (DMN), Didáctica para el desarrollo de las Habilidades Comunicativas Escritas (DHE) y Didáctica de las Ciencias Sociales (DCS). Su objetivo principal es que el alumnado experimente el aprendizaje a través de proyectos como instrumento de reflexión y aprendizaje integrado transferible a su futura labor docente, mediante la construcción de un hotel de insectos en el contexto del Huerto Ecológico Universitario. Los estudiantes valoraron satisfactoriamente el proyecto, que despertó su interés hacia los insectos, y señalaron al tiempo como factor limitante.

Palabras clave: didácticas específicas; formación inicial del profesorado; hotel de insectos; huerto ecológico universitario; trabajo por proyectos.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El profesorado responsable de tres asignaturas de didácticas específicas impartidas en el 3º curso del Grado de Educación Infantil (GEI) optamos por trabajar estrategias y enfoques metodológicos que permitan el avance de nuestro alumnado y que supongan, al mismo tiempo, oportunidades didácticas transferibles a su práctica futura. Nos proponemos que los futuros maestros de infantil conozcan, vivan, y experimenten estos enfoques, y que acompañen su vivencia de un profundo análisis y reflexión al respecto.

El proyecto que se plantea permite evidenciar y reforzar los puentes de conocimiento que existen entre el ámbito natural, sociocultural y lingüístico. A pesar de que el currículo de infantil es de naturaleza integradora, su profesorado ha pasado por un sistema educativo cada vez más especializado, de forma que la discriminación de conocimientos suele ser más relevante que su integración: lo que es Historia no es Geografía, lo que es Ciencias Sociales no es Ciencias Naturales, sin embargo, ni en la vida diaria ni en la investigación científica estas líneas son tan claras e impermeables. La realidad se muestra como totalidad y, por tanto, hay que fortalecer los instrumentos para comprenderla. Para ello, se pensó en la utilización del Huerto Ecológico Universitario como contexto de aprendizaje para trabajar los insectos de una forma integrada. Con el desarrollo del proyecto se pretenden lograr los siguientes objetivos: 1) mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje en estudiantes del 3er curso del GEI desde tres didácticas específicas: DMN, DCS y DHE. 2) Coordinar actividades entre distintas asignaturas para optimizar el aprendizaje integrado.

MARCO TEÓRICO

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una de las estrategias de base constructivista más empleada en la etapa de infantil por diversas razones. Por un lado, de acuerdo a Blanchard y Muzás (2016), por el carácter globalizador que posee, además de permitir relacionar tres elementos fundamentales para lograr un aprendizaje significativo y vinculado con la vida: los intereses del alumnado, el currículum establecido, las necesidades y la realidad del contexto en el que se desarrolla la acción educativa. Así, el ABP provoca aprendizajes centrados en el alumnado, sistematizando las unidades de aprendizaje con un inicio, un desarrollo y un final (Trujillo, 2015). Además, posibilita el desarrollo de competencias para la futura incorporación a la vida laboral de nuestros alumnos y la evaluación tanto del aprendizaje como del proceso de enseñanza (Luque Enciso, Quintero Díaz y Villalobos Gaitán, 2012).

El Huerto Ecológico Universitario se utiliza como contexto de aprendizaje y recurso didáctico en la formación inicial del profesorado por el interés que despierta al alumnado y porque promueven aprendizajes en diferentes áreas de conocimiento: cognitivo, procedimental y emocional (Eugenio Gozalbo, Ramos Truchero y Vallés Rapp, 2019). En muchos casos, el huerto se integra en una asignatura para trabajar contenidos científicos (Ceballos, 2016; Eugenio, 2017) o vinculados a la Educación Ambiental (Aragón y Cruz, 2016). Esta propuesta amplía el uso de este recurso en la formación inicial de maestros a través del diseño y desarrollo de un proyecto interdisciplinar en torno a la construcción de un hotel de insectos que utilice conocimientos de distintas áreas. Varias investigaciones constatan que son pocos los docentes que integran este recurso en estrategias indagativas (Vílchez, Ceballos, y Escobar, 2014). Esta propuesta busca enfocar la docencia de forma integradora hacia una dimensión investigadora y colaborativa, que pueda ser transferible a la práctica de los futuros docentes.

Descripción de la experiencia didáctica: la construcción de un hotel de insectos

La propuesta fue desarrollada en el primer semestre del 3er curso del Grado (2019/2020). Participaron 207 estudiantes de los tres grupos-clase A, B, y C; cada uno de ellos organizados en dos subgrupos. La propuesta implicó la participación de dos profesores de cada una de las didácticas específicas: DMN, DCS y DHE.

El proyecto se desarrolló en 5 sesiones de hora y media cada una, coordinadas entre el profesorado de DMN y DCS, y 2 sesiones más, para organizar los materiales creados y su articulación en formato reportaje, a cargo del profesorado de DHE. La concepción, diseño e implementación del proyecto se configuró en torno a 18 actividades (tabla 1) que conllevaron distintos agrupamientos.

Tabla 1. Secuencia de actividades realizadas durante el ABP (Fuente: Elaboración propia)

SESIÓN	ACTIVIDADES	INTENCIONALIDAD DIDÁCTICA	AGRUPAMIENTO
1	Act. 1. Presentación de los objetivos del proyecto, los criterios e instrumentos de evaluación y uno de los productos a generar. Act. 2. Presentación del contexto y situación problema. Act 3. Exploración de ideas previas (i)	Presentación del proyecto al grupo clase Despertar el interés hacia la realización del proyecto	Individual Grupo pequeño Gran grupo
2	Act. 3. Exploración de ideas previas (ii). Act. 4. Muro colaborativo para explorar necesidades de aprendizaje. Act. 5. Puesta en común y relación con las preguntas y dudas generadas anteriormente.	Explicitación de concepciones previas sobre insectos Explorar necesidades de aprendizaje	Grupo pequeño Gran grupo
3	Act. 6. Búsqueda de información. Act. 7. Taller de insectos.	Reestructurar información a través de diferentes materiales y actividades	Gran grupo Grupo Pequeño
4	Act. 8. Selección de información para la construcción de un hotel de insectos. Act. 9. Visita al huerto. Act. 10. Criterios para construir el hotel de insectos. Act. 11 Primer diseño del hotel.	Reestructurar información a través de diferentes materiales y actividades Consensuar uno de los productos finales del proyecto: el hotel de insectos	Grupo pequeño
5	Act. 11. Primer diseño (ii) Act 12. Puesta en común y elección del mejor diseño Act. 13 Votación o rediseño del hotel de insectos Act. 14. Reparto de tareas	Diseñar primeros modelos de hotel Aplicar criterios Generar acuerdos entre los equipos de trabajo Planificar tareas en la construcción del hotel	Grupo pequeño Gran grupo
6	Act 15. Construcción del hotel de insectos en el huerto.	Realizar el hotel de insectos	Gran grupo
7	Act. 16. Planificación del reportaje	Considerar el material obtenido y decidir orientación y desarrollo del reportaje	Grupo pequeño
	Act. 17. Elaboración del reportaje. Act. 18. Realización de cuestionario final	Reflexionar y valorar el proyecto realizado.	Grupo pequeño Individual

La primera actividad fue la presentación del proyecto donde se expuso el objetivo general, experimentar en primera persona el aprendizaje a través de proyectos como instrumento de reflexión y aprendizaje interdisciplinar; la documentación que debía presentarse, un portafolio grupal con todo el material generado y utilizado en el proceso; así como la obtención de un producto final, en forma de reportaje escrito, audiovisual o mixto sobre la experiencia. En esta sesión se despertó el interés del alumnado para que pudieran concebir la importancia social y natural de los insectos. Para ello, se les proporcionó por grupo una noticia de prensa y se apuntaron en la pizarra las ideas más importantes para comentarlas en una puesta en común de todos los grupos.

Posteriormente, se indagó sobre cómo mejorar las condiciones del huerto de la Facultad a través de los insectos y cómo conseguir atraerlos. Estas ideas se añadieron al portafolio con entradas del tipo: introducir plantas con flores o aromáticas; la recogida de insectos del parque natural cercano a la universidad; su transporte en "cajitas" o la ayuda de un apicultor. Cuando algún alumno apuntó la posibilidad de construir un hotel de insectos, inducida en parte por los docentes, se desencadenó el motor del proyecto. La última parte de esta sesión sirvió para empezar a explorar las ideas previas del alumnado, como el rechazo inicial hacia los insectos; su tamaño, o clasificación -a menudo confundidos con arácnidos-; las enfermedades que transmiten; así como algunas profesiones relacionadas con los insectos.

El objetivo de la sesión 2 fue explicitar las concepciones previas del alumnado, ya iniciadas en la sesión anterior, a través de las actividades 3, 4 y 5. Para ello, cada equipo de trabajo creó un muro colaborativo para plasmar sus concepciones y necesidades de aprendizaje que posteriormente fue compartido en gran grupo. Para propiciar la reflexión durante la sesión, los docentes propusieron algunas preguntas sobre aspectos de los insectos tanto sociales como naturales. Todos los interrogantes y necesidades de aprendizaje sobre los insectos fueron recogidos por los docentes en un documento común para todo el grupo-clase.

La sesión 3 tenía como finalidad reestructurar los conocimientos sobre los insectos. Incluyó dos actividades: 1) un taller de insectos, llevado a cabo por un profesional invitado, experto en insectos; 2) búsqueda de información en materiales proporcionado al alumnado de distinta naturaleza. Ambas actividades estaban orientadas a dar respuesta a parte de los interrogantes y dudas surgidas en las sesiones anteriores. La sesión 4 permitió acercar al alumnado a la realidad del huerto, mediante una visita al huerto para completar un guion proporcionado por los docentes (actividad 8). No solo debían tomar decisiones prácticas, como la mejor localización del hotel, sino también conocer qué tipo de cultivos había para relacionarlos con las necesidades de las especies de insectos que se querían atraer. En consecuencia, se llevó a cabo una recogida de los criterios del diseño del hotel (actividad 9) en pequeño grupo. En gran grupo, se consensuaron los criterios: por ejemplo, utilizar materiales reutilizados, tener en cuenta la orientación del sol, que sea estable en el suelo, impermeabilidad, considerar tipos de plantas y necesidades de los insectos.

Respecto a la sesión 5, cada equipo elaboró un diseño de hotel desde los criterios establecidos anteriormente y se expuso ante la clase. La exposición y la crítica constructiva por parte del resto de participantes supuso el análisis de debilidades y fortalezas de cada modelo, facilitando la elección de un diseño o la necesidad de modificarlo. De este modo, se obtuvieron 6 diseños de hoteles de insectos, dos por grupo-clase, construidos y ubicados en la sesión 6 (figuras 1Ay 1B).

Figura 1. Hoteles de insectos construidos.

La sesión 7 se dedicó a planificar el reportaje que cada grupo de trabajo debía realizar. Se recordó al alumnado las pautas ya dadas con anterioridad y se les proporcionaron documentos de apoyo (elementos básicos del reportaje, uso de infografías, cómo escribir sobre vídeo). La secuencia de actividad consistió en reflexionar sobre el material del que disponían, qué querían contar sobre la experiencia y cómo podían contarlo, de forma que lograran eficacia comunicativa y adecuación al género. Se subrayó la necesidad de que fuera un producto con el que se sintieran satisfechos y pudiera dirigirse a un público amplio, no solo al alumnado y profesorado participante.

Valoraciones del alumnado tras realizar el proyecto

Al finalizar el proyecto el alumnado respondió a un cuestionario final que abordó distintos ámbitos:

1. El funcionamiento del proyecto de innovación docente
2. Los objetivos, competencias, contenidos y actividades desarrolladas durante el proyecto
3. La evaluación del proyecto
4. La participación individual y en el trabajo en equipo
5. El desarrollo del proyecto
6. La integración de las tres asignaturas vinculadas al proyecto
7. Las emociones suscitadas durante el proyecto
8. La transferencia a su futura práctica docente
9. Su nivel de satisfacción general

El ámbito número 1 viene establecido por la Unidad de Innovación Docente de nuestra universidad y sus 3 preguntas se miden mediante una escala Likert de 5 grados. Por el contrario, los ámbitos del 2 al 9 fueron diseñados por el equipo docente que se vinculó al proyecto. Se concretaron 23 preguntas que se estimaron con una escala Likert de 4 grados (nada de acuerdo-poco de acuerdo-muy de acuerdo-completamente de acuerdo). Esta diferencia se debe a nuestra voluntad de que los estudiantes, que respondían anónimamente y eran conscientes de ello, no pudieran limitarse a dar una opinión neutra. Asimismo, en el ámbito 9 se incluyó una pregunta en la que era necesario otorgar una calificación entre 1 y 10 al proyecto. Por último, el cuestionario

incorporó 4 preguntas abiertas en los puntos 7 y 9 (qué emociones positivas y qué emociones negativas suscitó el proyecto; y qué aspectos del proyecto consideraron más positivos y negativos) que serán objeto de un análisis cualitativo en otros trabajos.

El cuestionario fue completado por un total de 166 estudiantes. Los resultados indican que el proyecto contribuyó a situar los conocimientos en un nivel asumible de dificultad. Manifiestan estar totalmente de acuerdo (63,9%) que la estrategia de ABP había favorecido su aprendizaje. La participación del profesor invitado fue valorada muy positivamente (el 50,6% de acuerdo y el 34,9% totalmente de acuerdo). Su valoración en general fue muy positiva, sobre todo respecto al diseño y adecuación de actividades. También valoran muy positivamente la explicitación de las fases del proyecto, el 67,5% está muy de acuerdo con el desarrollo de dichas fases.

La valoración de la actividad docente fue muy alta: un 30,7% indica estar totalmente de acuerdo y en un 61,4% muy de acuerdo con que los docentes han ofrecido ayudas, y el 62% muy de acuerdo con la existencia de una coordinación real entre docentes. Sin embargo, el tiempo parece ser el factor en el que se resiente ligeramente la valoración: un 46,4% se muestra muy de acuerdo con haber dedicado el suficiente tiempo al proyecto, respecto al 38% del alumnado que manifiesta estar poco de acuerdo. La evaluación se sitúa también en este nivel de valoración: el alumnado considera en su mayoría (53%) estar muy de acuerdo en que ha tenido información clara y precisa del sistema de evaluación y la información recibida sobre las producciones evaluables (59%), si bien aumentan quienes dicen estar poco o nada de acuerdo (28,3% y 27,1% respectivamente).

El alumnado manifiesta sus mayores niveles de acuerdo con su participación individual activa (63,9%) y el funcionamiento de sus grupos de trabajo (49,4%). Es muy alta la valoración respecto a la experiencia para su futura transferencia a la práctica docente -: están muy de acuerdo el 57,8% y completamente de acuerdo el 26,5%. Además, el 64,5% está muy de acuerdo y el 25,3% completamente de acuerdo con haber tenido una oportunidad de aprender formas de iniciar un proyecto en el aula, una cuestión de relevancia para la formación en ABP. Sobre las emociones suscitadas y la valoración global del proyecto, el 54,2% del alumnado está muy de acuerdo con que ha despertado su interés hacia los insectos. Consideramos aún más positiva la respuesta relativa a la evolución del alumnado desde el inicio al final del proyecto: el 58,4% está muy de acuerdo y el 29,5% completamente de acuerdo con haber cambiado sus perspectivas hacia los insectos durante el proceso. Creemos que haber experimentado este cambio puede ser garantía de comprensión del funcionamiento del ABP como vía de transformación del conocimiento.

CONCLUSIONES

La valoración del proyecto ha sido muy positiva (28,3% totalmente de acuerdo y el 63,3% muy de acuerdo), pero es posible señalar algunas sugerencias de mejora desde su perspectiva, que se organizan por orden decreciente de importancia: tiempo asignado al desarrollo de las distintas fases, en especial la construcción e instalación de los hoteles; relación de causalidad entre las distintas fases del proyecto, a la hora de relacionar las fases teóricas con las prácticas; transversalidad del proyecto, en tanto que hay diferentes enfoques a integrar y no siempre resulta evidente cómo hacerlo.

Desde la perspectiva docente, las dificultades señaladas sirven para mejorar el diseño de la propuesta, destacando aquí también el tiempo como factor crítico. Pero también ha permitido comprobar su potencial y pertinencia: integrar las diferentes perspectivas sobre la realidad para entender el mundo en su complejidad. Los insectos han servido de contexto para hablar de fauna, flora, medio ambiente y sostenibilidad, pero también de entomología histórica y cultural e incluso de arte y representación simbólica en la sociedad. Además, ha favorecido el trabajo de las habilidades lingüísticas, al invitar al alumnado a trasladar dicho conocimiento a un género específico de comunicación escrita y audiovisual, el reportaje. Así, durante dicho proceso se ha fortalecido uno de los objetivos más pertinentes de la educación, la formación holística de docentes y ciudadanos del mañana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, L. y Cruz, M.I. (2016). ¿Cómo es el suelo de nuestro huerto? El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia en Educación Ambiental desde el Grado de Maestro/a en Educación Infantil. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. N.º 30, 171-188. DOI: 10.7203/DCES.30.6475

Blanchard, M. y Muzás, M.D. (2016). Los proyectos de aprendizaje. Un marco metodológico clave para la innovación. Madrid: Narcea.

Ceballos, M. (2016). El huerto escolar en la formación inicial de maestros. En Huertos Ecodidácticos. Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos (Eugenio, M., Aragón, L., coords.)(pp.73-77). Huesca: Jolube.

Eugenio-Gozalbo, M. Ramos-Truchero, G. y Vallés-Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros, Enseñanza de las ciencias,37(3), 111-127. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657

Eugenio, M. (2017). Valoraciones de los maestros/as de Infantil en formación inicial de la experiencia educativa vivida en el huerto de la facultad, y del propio huerto como recurso, Nº Extra, 799-04. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334759

Luque Enciso, D. Quintero Díaz, C.A. y Villalobos Gaitán, F. (2012). Desarrollo de competencias investigativas básicas mediante el aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza. Actualidades Pedagógicas, 1(60), 29-49.

Trujillo, F. (2015). Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria. Madrid: Secretaría General Técnica, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Vílchez, J.E. Ceballos, M. y Escobar, T. (2014). Percepción de futuros maestros en sus prácticas docentes sobre estrategias metodológicas para la enseñanza de las ciencias en Primaria. En APICE (comp.), Actas de XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 293-307). Huelva: Universidad de Huelva.

CO.21 Ideas alternativas de maestros de Infantil en formación sobre el Cambio Climático

J. Samuel Sánchez Cepeda, Mª del Carmen Conde Núñez, Lina V. Melo Niño y Laura Bravo Flores

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. samuel@unex.es

RESUMEN

Es mucha la información que recibimos sobre la problemática del Cambio Climático, y no siempre bien contrastada y trabajada, lo que lleva a la formación de ideas que en ocasiones no coinciden con las científicamente correctas, dando lugar al desconocimiento del problema, de sus verdaderas causas y consecuencias. Con la intención de profundizar sobre ello, se han planteado algunas preguntas en un cuestionario que pretende conocer cuáles son las ideas sobre el Cambio Climático con una muestra de maestros en formación de Educación Infantil.

Palabras clave: ideas alternativas; cambio climático; maestros en formación; educación infantil.

INTRODUCCIÓN

La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado, y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado (I.P.C.C., 2014). Según una encuesta del Pew Research Center (P.R.C., 2017), el cambio climático es la mayor amenaza percibida por el 89% de los españoles. Este porcentaje ha ido elevándose en relación con años anteriores.

Riechmann (2008) señala que a pesar de que el conocimiento científico aumenta, las acciones dirigidas a estabilizar las concentraciones de los gases de Efecto Invernadero en la atmosfera se hacen esperar, lo que lleva

a plantearse un serie de preguntas: ¿se está comunicando bien la cuestión del Cambio Climático (C.C.)?, ¿qué impide a la sociedad comprender la gravedad del asunto?, ¿por qué si la población está sensibilizada ante este problema no actúa en consecuencia?

Francis, Boyes, Qualter y Stanisstreet (1993), y Boyes y Stanisstreet (1993) tenían en cuenta algunos factores al tratar los problemas ambientales en educación, y concretamente el Cambio Climático, considerando que una dificultad es que los problemas globales no son perceptibles por los individuos a través de su experiencia directa, y las consecuencias no son visibles (aumento de los gases de Efecto Invernadero (E.I.), otras tienen lugar en áreas remotas (el derretimiento de los polos) , o son cambios graduales que pasan desapercibidos para los humanos (como se cita en García-Rodeja y Lima, 2012).

Aunque el Cambio Climático es un tema que se trabaja en las aulas, presenta una serie de características que lo convierten en un tema bastante complejo desde el ámbito científico y, al mismo tiempo, de difícil comprensión en la cultura común (González y Meira, 2009). Es por ello que existen tantas dudas en torno a sus causas, consecuencias, y sobre qué podemos hacer para mejorar esta situación en la que resulta común la presencia de ideas alternativas. Desde el ámbito educativo se debe contribuir a la reestructuración de esquemas que permitan al alumnado sustituir el conocimiento intuitivo por un conocimiento científico, siendo adecuado comenzar desde la Educación Infantil.

MARCO TEÓRICO

Ideas alternativas sobre el Cambio Climático

Dada la creciente importancia que las ideas alternativas tienen para el aprendizaje de la ciencia, uno de los objetivos de este trabajo es analizar cuáles están presentes en estudiantes universitarios, futuros maestros de educación infantil, en torno al Cambio Climático.

Como se citó en Riechmann (2008), el Cambio Climático es un fenómeno tan difícil de valorar como de interpretar, por lo que es posible que la sociedad siga manteniendo ideas alternativas al respecto. Es necesario investigar para intervenir en esta problemática especialmente desde la formación de futuros docentes, ya que el tiempo va en nuestra contra, y cuanto más tardemos en disminuir las emisiones, más difícil será evitar las consecuencias de este cambio. Sin embargo, la creciente sensibilidad ciudadana parece convivir con estas concepciones erróneas, lo que dificulta una adecuada valoración del fenómeno.

Se han llevado a cabo algunos estudios previos relacionados con esta problemática, como el de Koulaidis y Christidou (1999), en el que se entrevistaron a 40 alumnos de Primaria (entre 11 y 12 años) con el fin de conocer sus concepciones sobre el Efecto Invernadero. Los resultados mostraron que los estudiantes presentaban errores conceptuales en cuanto a la distribución de los gases atmosféricos, las conexiones entre Efecto Invernadero y Capa de Ozono y los tipos de radiaciones que inciden en el primero. Estas concepciones alternativas fueron examinadas para establecer sus implicaciones en educación. También, Punter, Ochando y García-Gómez (2011) plantearon una investigación para conocer las ideas previas del alumnado de secundaria sobre las causas del Cambio Climático, encontrando que poseían errores conceptuales en cuanto a las actividades que contribuyen al mismo, y confusiones entre esta problemática y el agujero de la Capa de Ozono.

En esta línea, Conde, Rodríguez, Ruíz y Sánchez (2012), y Rodríguez (2012), llevaron a cabo investigaciones con el alumnado de educación secundaria, en relación a las concepciones alternativas sobre el Cambio Climático, comparando si había diferencias entre el grupo de Ciencias y Letras. Los alumnos poseían ideas alternativas como que el C.C. era una invención de los científicos, que el incremento del agujero de la Capa de Ozono supone un C.C. y que el efecto invernadero únicamente posee un origen antropogénico. Además, los alumnos no conocían las diferencias entre tiempo y clima, y no reconocían de forma clara el C.C. como consecuencia de la actividad humana. Otro de los estudios previos de referencia es el de Sierra (2012) sobre la identificación

de ideas alternativas sobre el C.C., el agujero de la Capa de Ozono y la Lluvia Ácida, de un grupo de alumnos del Centro de Enseñanza Permanente de Adultos, donde los resultados informaron que confundían las causas y consecuencias de los tres fenómenos de estudio (consideraban la radiación ultravioleta la responsable del C.C. y no conocían el origen natural del efecto invernadero). Y el estudio de Blanco (2016), destinado a conocer las concepciones alternativas de los estudiantes del grado de Educación Primaria sobre el Cambio Climático, donde se muestra que los futuros maestros confundían la radiación ultravioleta con la infrarroja, creían que los CFCs son los causantes del C.C. y del aumento del Efecto Invernadero, y que el CO_2 es el gas con mayor poder de Efecto Invernadero.

García-Rodeja y Lima (2012) hacen una recopilación de las investigaciones al respecto hasta ese momento. En un estudio en Educación Secundaria extraen las ideas alternativas y avanzan con modelos explicativos en los que se pueden englobar sus razonamientos. Para ver la evolución de los modelos de pensamiento establecieron niveles de sofisticación. En sus resultados aparecen igualmente ideas alternativas en las que mezclan las ideas sobre Cambio Climático con las de la disminución de la Capa de Ozono, así como el no considerar el Efecto Invernadero como un fenómeno natural. A pesar de la intervención vieron que las ideas alternativas permanecían en muchos casos.

OBJETIVO

Identificar las ideas alternativas de futuros maestros de Educación Infantil sobre el Cambio Climático.

METODOLOGÍA

La muestra seleccionada fue de alumnos/as del tercer curso del Grado de Educación Infantil -2018, de la Facultad de Formación del Profesorado, Universidad de Extremadura, en la asignatura de Conocimiento del Medio Natural. El instrumento para la investigación consistió en un cuestionario de preguntas categorizadas de selección única o múltiple. Algunos de sus ítems están basados en estudios anteriores (Koulaidis y Christidou, 1999; Punter et al., 2011; Conde et al., 2012; Rodríguez, 2012; Sierra, 2012; y Blanco, 2016). Validado por cuatro investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales y profesorado de la asignatura, y revisado por maestros de Educación Infantil, con el fin de comprobar la comprensión de las cuestiones y registrar tiempos. Mediante un muestreo no probabilístico casual o por accesibilidad, se aplicó el cuestionario a 68 de los estudiantes antes de trabajar esa cuestión. El cuestionario se cumplimentó online. Se aplicaron once cuestiones categorizadas (Colás y Buendía, 1992) de respuesta múltiple, destinadas a identificar ideas alternativas relacionadas con la existencia, causas, consecuencias y prevención del Cambio Climático. Se realiza un análisis descriptivo por frecuencias, y se analizan los resultados con ayuda de programas como Microsoft Office Excel 2007 y SPSS Statistics 23, y se ha llevado a cabo una discusión.

RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Pretendemos conocer la idea que tienen nuestros estudiantes sobre el Cambio Climático: si consideran que es una realidad y un problema actual, o que se trata de una invención. Tienen que posicionarse en uno de los 5 niveles de respuesta escala Likert.

1- El cambio climático propuesto por la comunidad de científicos desde hace años es una invención para que cuidemos mejor el planeta. Marca una opción de la escala siguiente, donde 1 es muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo.

1	2	3	4	5

Los resultados obtenidos:

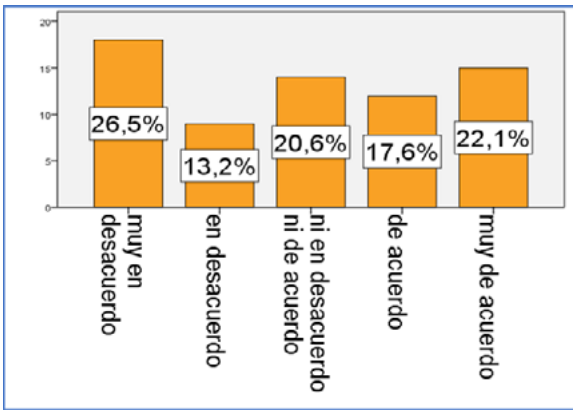


Figura 1. Invención del Cambio Climático según los futuros maestros

La mayoría (26,5%) están muy en desacuerdo con la afirmación "el Cambio Climático es una invención", es decir, piensan que éste es una realidad. A los que se suman el 13,2% que marcan estar en desacuerdo con que el Cambio Climático sea una falsedad. Sin embargo, el 22,1% señalan estar muy de acuerdo con que el C.C. sea una invención de los científicos. Estos consideran que esta problemática no existe, y es una falacia para que cuidemos más el planeta, junto con el 17,6% que señalan estar de acuerdo con la afirmación "el Cambio Climático es una invención", con lo que se puede identificar esta idea alternativa en un amplio número de futuros maestros. Por otro lado, el 20,6% no manifiestan ni desacuerdo acuerdo, no teniendo claro si existe o no el C.C. Existen opiniones muy dispares en cuanto a la existencia del Cambio Climático. Mientras que el 39,7% de los alumnos consideraron que el C.C. es una realidad, otro 39,7% consideraron que es una invención, por lo tanto existe el mismo número de alumnos que presentan la idea alternativa, a los que defienden la evidencia científica.

En estudios previos los resultados encontrados difieren. En Heras (2010) el 83,3% se mostró de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación "se está produciendo un cambio climático". En Conde et al. (2012), los alumnos de secundaria tuvieron una opinión claramente negativa hacia la existencia del C.C., al igual que en Rodríguez (2012) donde los estudiantes de secundaria consideran que no existe un Cambio Climático (47% ciencias y 56% letras). Sin embargo, en Blanco (2016), el 53% de los estudiantes universitarios, futuros maestros de primaria, tuvieron una actitud de reconocimiento del C.C..

A la luz de los resultados, se debe reflexionar sobre la posibilidad de que la formulación de la pregunta condicione las respuestas, ya que se ha observado que según se plantee la cuestión las respuestas difieren. En este estudio se ha formulado así de forma consciente, con el objetivo de observar si cambian las respuestas a lo largo de los años.

2- De los siguientes gases, indica los tres que tienen más incidencia sobre el Cambio Climático:

a) Oxígeno b) Dióxido de carbono c) Metano
d) Vapor de agua e) CFCs f) Ozono
g) Óxido nitroso

Se pretende averiguar si reconocen los gases más responsables del Cambio Climático.

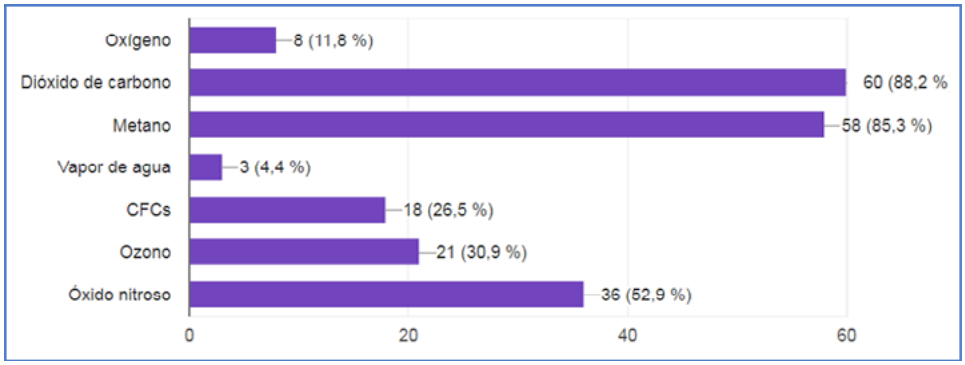


Figura 2. Gases con más incidencia sobre el Cambio Climático según los futuros maestros

Como muestra la Figura 2, han sabido identificar los gases que más influyen en el C.C.. El 88% (60), reconocieron el dióxido de carbono como uno de los gases más influyentes. También, el metano ha sido señalado por el 85% (58) y el óxido nitroso por el 53% (36), presente en fertilizantes y quema de combustible. En menor proporción, han señalado el ozono 31% (21), los CFCs 26% (18), oxigeno 12% (8) y vapor de agua 4% (3). Encontramos en estas respuestas varias ideas alternativas importantes, pues el ozono troposférico contribuye en escasa medida debido a su baja proporción en esta capa y el oxígeno es un gas que no contribuye al C.C. Por lo tanto, los encuestados reconocen en su mayor parte cuáles son los gases más responsables de causar el Cambio Climático.

Si comparamos los resultados con estudios previos como el de Koulaidis y Christidou (1999), encontramos resultados ligeramente diferentes: los alumnos de Primaria consideran que el dióxido de carbono, el metano y los CFCs son los principales gases que contaminan la atmosfera, produciendo el Efecto Invernadero. Al igual que ocurre en Sierra (2012) con alumnos de enseñanza de adultos y en Blanco (2016) con futuros maestros de Primaria.

3- La luz del sol está formada por diferentes tipos de radiaciones que se diferencian en su energía. El tipo de radiación que es responsable del cambio climático es:
a) Radiación infrarroja *
b) Radiación ultravioleta
c) Radiación visible
d) Rayos X

Con esta cuestión pretendemos identificar si conocen qué radiación se relaciona con el C.C., o si presentan ideas alternativas, confundiendo la radiación infrarroja con la ultravioleta.

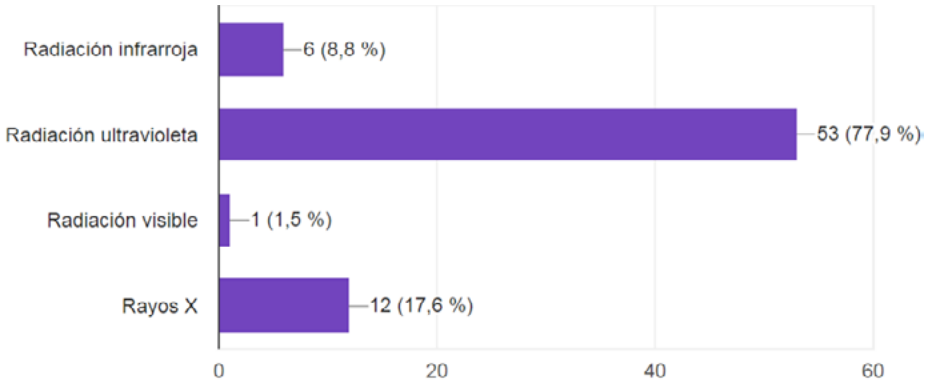


Figura 3. Radiación responsable del Cambio Climático según los futuros maestros

Un 78% (53) señaló la radiación ultravioleta como la responsable del C.C., indicando que la mayoría presenta la idea alternativa de que la radiación ultravioleta es la verdadera causante. Solo el 9% (6) marcaron la opción correcta.

En estudios previos como Sierra (2012) y Conde, Sierra, Sánchez y Ruíz (2013) se obtuvieron resultados similares, ya que el 96% de los alumnos del centro de enseñanza de adultos, señalaron erróneamente la radiación ultravioleta. Al igual que en Blanco (2016), seleccionada por un 83,5% de futuros maestros de Primaria. Resultados todos en la misma línea que los obtenidos por Koulaidis y Christidou (1999) o García-Rodeja y Lima (2012).

5- El efecto invernadero es...

☐ Un fenómeno natural que permite la vida en la Tierra al mantener una temperatura adecuada.

☐ Un fenómeno provocado por actividades humanas.

☐ Es producido por unos gases, llamados de invernadero presentes en la atmósfera que impide que parte de la energía sea devuelta.

☐ Todas las anteriores. *

Con esta cuestión se pretende conocer si los futuros maestros conocen el Efecto invernadero de origen natural y antropogénico.

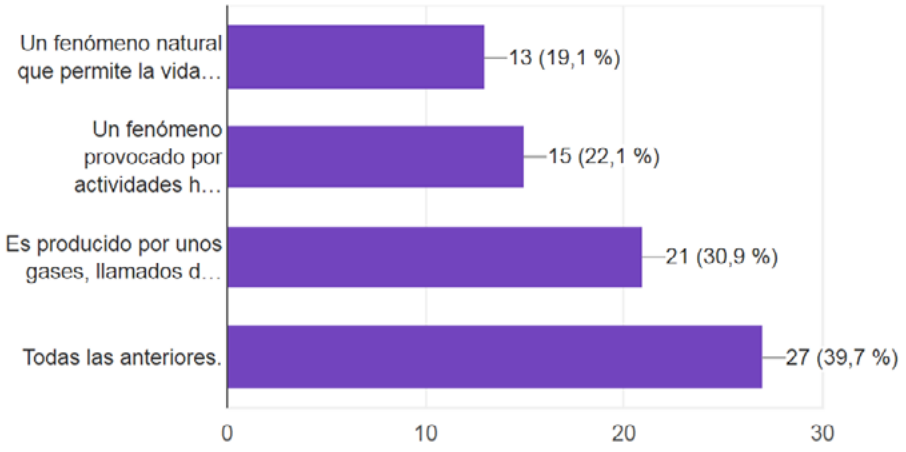


Figura 4. Concepto de efecto invernadero según los futuros maestros

Los resultados muestran que el 40% (27) identificaron el Efecto Invernadero tanto como fenómeno natural como fenómeno inducido por actividad humana. Sin embargo, el 31% seleccionó que es provocado por los gases de E.I. presentes en la atmosfera (21), con lo que no tienen en cuenta su origen antropogénico. El 22% (15) consideraron que el E.I. es únicamente un fenómeno antropogénico, y no conocen su existencia natural en la Tierra. Y por último, el 19% (13) identificaron el E.I. como un fenómeno natural, sin hacer referencia a la acción humana. Esto indica, que el 72% no conocen el origen del E.I.

Comparando los resultados en esta cuestión con estudios de Koulaidis y Christidou (1999) o García-Rodeja y Lima (2012), se encuentran resultados similares, ya que la mayoría de los alumnos de Educación Primaria considera que el Efecto Invernadero es un fenómeno producido solamente por las actividades humanas y no reconocen su origen natural. En Rodríguez (2012) la mayoría de los alumnos de Educación Secundaria indican qué es el Efecto Invernadero pero muy pocos lo relacionan con las acciones humanas (13% de ciencias y 17% de letras). Y en Blanco (2016) la mayoría de los estudiantes del grado universitario de Educación Primaria seleccionan la opción C "es producido por unos gases, llamados de invernadero presentes en la atmósfera que impide que parte de la energía sea devuelta" (43%) y posteriormente señalan la respuesta correcta (28%), lo que indica que la mayoría desconoce su origen natural.

CONCLUSIONES

Encontramos que los maestros en formación pueden verse condicionados por la forma de plantear la cuestión del Cambio Climático: si se les plantea que pueda ser una invención de los científicos, a pesar de la gravedad del asunto y la actualidad del mismo, sigue apareciendo un porcentaje considerable que lo ve como posibilidad. Esto nos puede llevar a entender el por qué en la sociedad siguen apareciendo aún opiniones de ese tipo.

Respecto a los gases que lo producen, identifican en mayor proporción los que son causantes, aunque aún introducen gases que tienen que ver en menor medida o en ninguna con este problema. Sin embargo, la idea alternativa de que es la radiación ultravioleta la que tiene que ver con este problema y no la radiación infrarroja, y la idea de que el Efecto Invernadero no se reconozca como un fenómeno natural al que se suman el aumento del mismo causado por la actividad humana siguen siendo ideas alternativas que aún persisten en alumnos de tercer curso del grado de Infantil.

Creemos por tanto que la persistencia de estas ideas alternativas en alumnos de estas etapas debe considerarse como un factor clave a tener en cuenta en la enseñanza-aprendizaje de estos temas, máxime sabiendo la influencia que tiene para ellos información variada y no contrastada de una forma apropiada. Es clave partir de sus ideas previas en la clase para hacerlas evolucionar con metodologías acordes como la investigación escolar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital de la Junta de Extremadura y a los fondos FEDER por la ayuda concedida para la realización de esta investigación (Proyecto IB18004 y GR18004).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, E. Mª. (2016). *Concepciones alternativas de maestros en formación sobre el Cambio Climático* (Trabajo Fin de Master). Cáceres: Universidad de Extremadura.

Boyes, E. y Stanisstreet, M. (1993). The «greenhouse effect»: Children's perception of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, *15*(5), 531-552.

Colás, Mª P. y Buendía, L. (1992). *Investigación Educativa*. Sevilla: Alfar.

Conde, Mª C., Rodríguez, M., Ruíz, C. y Sánchez, J. S. (2012). Opiniones e ideas alternativas de un grupo de alumnos de educación secundaria sobre el cambio climático. En J. M. Dominguez (2012) XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 235-242). Santiago de Compostela: ÁPICE.

Conde, Mª. C., Sierra, S., Sánchez, J. S. y Ruíz, C. (2013). Ideas alternativas sobre cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono y lluvia ácida de un grupo de alumnos de centros de enseñanza permanente de adultos. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra*, 796-802.

Francis, C., Boyes, E., Qualter, A. y Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the «Greenhouse Effect». *Science Education*, *77*(4), 375-392.

García-Rodeja, I. y Lima, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio en los modelos de pensamiento de alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, *30*(3), 195-218.

González, É. y Meira, P. (2009). Educación, comunicación y cambio climático. Resistencias para la acción social responsable. *Trayectorias*, *11*(29), 6-38.

Heras, F. (2010). Negacionistas, refractarios e inconsecuentes: sobre el difícil reto de reconocer el cambio climático. En J.A. González y I. Santos (Eds.), *Cuatro grandes retos, una solución global: Biodiversidad, cambio climá-*

tico, desertificación y lucha contra la pobreza (pp. 124-136). Madrid: Fundación IPADE y Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo – AECID.

I.P.C.C. (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report. Recuperado de http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/

Koulaidis, V. y Christidou, V. (1999). Models of Students' Thinking Concerning the Greenhouse Effect and Teaching Implications. *Science Education*, *83*(5), 559-576.

P.R.C. (2017). *Pew Research Center's Spring 2017 Global Attitudes Survey.* Recuperado de http://www.pewglobal.org/2017/08/01/globally-people-point-to-isis-and-climate-change-as-leading-security-threats/

Punter, Mª. P., Ochando, M. y García-Gómez, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change. *International Journal of Science Education*, *33*(3), 447-464.

Riechmann, J. (2008). *¿En qué estamos fallando?: Cambio social para ecologizar el mundo*. Barcelona: Icaria Editorial.

Rodríguez, M. (2012). *Ideas alternativas de un grupo de alumnos de educación secundaria obligatoria sobre el cambio climático (Trabajo Fin de Master)*. Cáceres: Universidad de Extremadura.

Sierra, S. (2012). *Identificación de ideas alternativas sobre cambio climático, agujero de la capa de ozono y la lluvia ácida de un grupo de alumnos de Centros de Enseñanza Permanente de Adultos.* Universidad de Extremadura *(Trabajo Fin de Master)*. Cáceres: Universidad de Extremadura.

CO.26 Análisis de la interacción profesor-alumno en el contexto de actividades de modelización con estudiantes de física de bachillerato

Camilo Vergara Sandoval, Víctor López Simó y Digna Couso Lagarón

Facultat de Ciències de la Educació. Universitat Autònoma de Barcelona/CRECIM (Centre de Recerca per a la Educació Científica i Matemàtica). Camilo.csvs@gmail.com

RESUMEN

Esta investigación se enmarca en una tesis doctoral que pretende caracterizar las estrategias en el discurso del profesorado para fomentar la progresión de ideas del alumnado de bachillerato sobre fuerzas y movimiento. Hemos analizado el diálogo entre diferentes profesores y sus estudiantes en actividades de enseñanza de física newtoniana. Por un lado, hemos caracterizado las diferentes estrategias en el discurso de una profesora a través de un sistema de categorías, y hemos analizado el efecto que tienen estas estrategias en la participación del alumnado en las prácticas definidas según el ciclo de modelización. A través de diferentes ejemplos de conversación, discutimos qué estrategias en el discurso del profesorado son más útiles para promover la progresión de las ideas del alumnado a través de la modelización.

Palabras clave: Estrategias discursivas; modelos; modelización; progresión de ideas.

INTRODUCCIÓN

El discurso del profesorado en el aula es crucial para la progresión de las ideas del alumnado (Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006). Al hacer comentarios y preguntas, el profesorado puede motivar al alumnado a desarrollar argumentos e ideas. Esta investigación busca caracterizar aquellas estrategias en el discurso del profesorado que son útiles para hacer progresar las ideas del alumnado en escenarios educativos de instrucción basada en modelos.

MARCO TEÓRICO

Según la teoría sociocultural del aprendizaje, el aprendizaje del alumnado puede entenderse como resultado de su interacción y diálogo con los diferentes actores que participan en el aula (Kawalkar & Vijapurkar, 2013; Rojas-Drummond, et al., 2013). Esta interacción y diálogo debe promover que enuncien sus ideas iniciales para motivar la argumentación y la negociación de ideas para la comprensión de un fenómeno.

El rol del profesorado en este proceso de construcción de significados es apoyarlo apropiadamente. Una manera de hacerlo es a través de la retroalimentación oral que se enmarca en estrategias en el discurso que invitan a que el alumnado plantee y desarrolle sus ideas. Las estrategias en el discurso las entenderemos como aquellas estrategias de respuesta del profesorado, incluidas en un diálogo entre profesorado y alumnado, que invitan al alumnado a expresar, elaborar, cuestionar, debatir, compartir, relacionar e institucionalizar sus ideas (Rojas-Drummond et al., 2013; Williams & Clement, 2015; Forman, Ramirez-DelToro, Brown, & Passmore, 2017). Sin embargo, a pesar de la importancia de que el profesorado las incorpore en el desarrollo de sus clases, el profesorado tiende a carecer de conocimientos sobre cómo promover el tipo de discurso que favorezca el desarrollo y la progresión de las ideas del alumnado (Zembal-Saul et al., 2002).

Dentro de estas estrategias en el discurso, queremos focalizarnos en aquellas orientadas a la expresión, evaluación y revisión de las ideas del alumnado desde la perspectiva de los modelos. Denominamos modelo a una representación de objetos y/o fenómenos, observables e inobservables, de secuencias de eventos e ideas que permiten conocer el funcionamiento del mundo (Oh & Oh, 2011). Tanto los modelos, como la instrucción basada en modelos, se han discutido en gran medida como marcos eficaces de enseñanza y aprendizaje (Gilbert, 2004) dentro de la perspectiva de las prácticas científicas (Osborne, 2014). Desde este enfoque, las estrategias en el discurso deben apoyar, tanto la progresión adecuada de los modelos iniciales del alumnado hacia aquellos a los que se dirige la enseñanza, como también su participación legítima en las prácticas de modelización, entendida como el proceso de construcción de modelos.

Basándonos en la investigación de Williams y Clement (2015), es posible asociar las estrategias en el discurso utilizadas por el profesorado con las fases para la construcción de modelos científicos en el aula. Siguiendo la síntesis de la investigación sobre las fases del ciclo de modelización de Couso y Garrido-Espeja (2017), proponemos identificar las estrategias en el discurso utilizadas por el profesorado para promover que el alumnado progrese en sus ideas de acuerdo a las fases de utilizar, expresar, evaluar y revisar sus propios modelos.

En relación con el contenido científico, nos focalizamos en las estrategias en el discurso que promueven la progresión de ideas del alumnado sobre mecánica newtoniana (fuerzas, movimiento y Leyes de Newton) Dichos contenidos son de gran relevancia en secundaria, pero su comprensión tiende a ser poco intuitiva (Khiari, 2011).

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Intentamos identificar y caracterizar las estrategias en el discurso del profesorado en un contexto de instrucción basado en modelos. Las preguntas de investigación son:

1. ¿Qué estrategias en el discurso puede utilizar el profesorado de física a lo largo de un diálogo con los estudiantes en el contexto de la enseñanza de la mecánica newtoniana?

2. ¿Cómo influyen estas estrategias en el discurso del profesorado en las prácticas de modelización en las que participa el alumnado a lo largo del diálogo?

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Contexto de investigación

El proyecto REVIR (REalidad-VIRtualidad) organiza talleres de física y química para grupos-clase de estudiantes de bachillerato (entre 15 y 17 años) que acuden en horario escolar a un laboratorio de ciencias de la UAB. Cada taller tiene una duración de 4 horas, es conducido por una docente con 4 años de experiencia docente en el proyecto, y va dirigido a la comprensión de un concepto científico del currículo. Los talleres siguen un enfoque didáctico basado en la modelización: se promueve que el alumnado exprese sus modelos iniciales con dibujos y gráficos, realizan predicciones y diseñan experimentos, y comparten sus puntos de vista a través del diálogo con los docentes que conducen el taller. Además, los estudiantes hacen uso de diferentes herramientas digitales que facilitan su participación en estas prácticas científicas (López et al., 2017), haciendo experimentos con sensores digitales y simulaciones en pequeños grupos y realizando discusiones en gran grupo a través de una pizarra digital.

Esta investigación se ha centrado concretamente en dos de los talleres REVIR, ambos focalizados en mecánica newtoniana. En el taller EV, acrónimo de Estudio del movimiento de frenada de un Vehículo (Pintó, Couso, & Hernández, 2016) los estudiantes analizan la frenada de un coche de juguete mediante un sensor de distancia, mientras que el taller SP, acrónimo de Fuerzas y energía en un Salto de Puenting (Herrera, Garrido, & López, 2016) los estudiantes analizan la caída de un objeto atado a una goma elástica, también mediante el sensor de distancia.

Recolección de datos

Durante los meses de enero y febrero de 2019 se grabaron en vídeo 4 talleres, 2 de EV y 2 de SP. Se registraron todos diálogos entre la profesora del taller y los estudiantes (4 grupos-clase distintos, todos provenientes de centros del área metropolitana de Barcelona). Todos los diálogos, equivalentes a 3 horas de grabación fueron transcritos, seleccionándose un total de 32 episodios, correspondientes a aquellos momentos de discusión que percibimos como productivos para la progresión de las ideas del alumnado.

Análisis de datos

Para caracterizar las estrategias discursivas del profesorado hemos seguido un enfoque analítico deductivo-inductivo.

Dentro de estos 32 episodios, las intervenciones de la profesora fueron categorizadas cualitativamente. Para el desarrollo de las categorías, nos basamos en propuestas previas de caracterización del discurso del profesorado: la clasificación de los mecanismos de influencia didáctica (Garrido, 2016), la clasificación de preguntas del docente según objetivo y demanda (Roca, Márquez, & Sanmartí, 2012), la clasificación de estrategias del ciclo ESRU (Ruiz-Primo & Furtak, 2007), y la clasificación de estrategias microcognitivas y estrategias macrocognitivas (Williams & Clement, 2015).

Además del discurso de la docente, también se clasificaron las prácticas de modelización en las que participa el estudiante a lo largo del diálogo, basándonos en el análisis de Williams y Clement (2015) y en el ciclo de modelización de Garrido (2016).

RESULTADOS

Las intervenciones de la profesora se han clasificado en un sistema de categorías agrupado en tres bloques: aquellas que tiene como objetivo solicitar al alumnado a través de preguntas dirigidas al alumnado, la que tienen como objetivo aportar una nueva información por parte del docente y las que tiene como objetivo recuperar aportaciones previas del alumnado. Para cada uno de los dos primeros bloques desarrollamos 10 categorías correspondiente a 10 estrategias en el discurso (que pueden usarse tanto para solicitar como para aportar), mientras que para el tercer bloque hemos definido un total de 4 categorías. En el diagrama de la figura 1 se muestra la taxonomía de estrategias en el discurso del profesorado agrupadas en los tres bloques, mientras que en la tabla 1 se muestra un ejemplo de intervención de la docente para cada una de las 10 categorías del bloque solicitar.

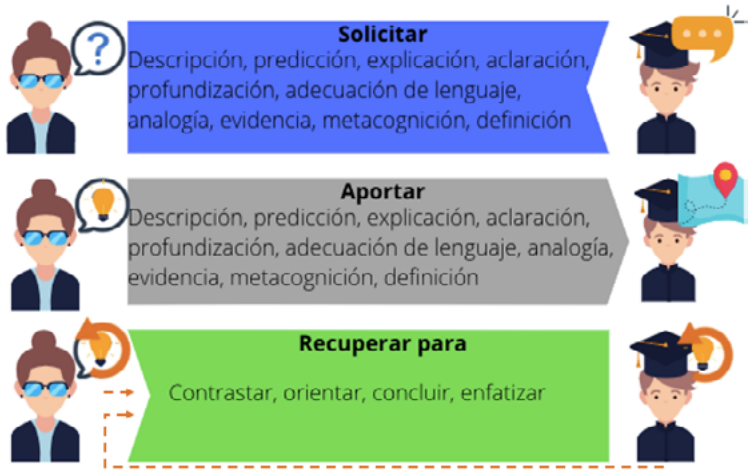


Figura 1. Taxonomía hipotética entre las tres dimensiones de estrategias en el discurso del profesorado y las categorías que pertenecen a cada una de estas

Tabla 1. Estrategias en el discurso del profesorado del bloque solicitar

Categoría y definición	Ejemplo
Solicitar la **descripción** de fenómenos procesos o hechos.	¿Cuánto mide la fuerza que hace la cuerda en este preciso momento?
Solicitar la **predicción** del desarrollo de un fenómeno, proceso, idea o hecho.	¿Qué le pasaría al vehículo si de golpe se hiciera un agujero en el suelo?
Solicitar la **explicación** de una característica, diferencia, cambio, fenómeno, proceso, idea o hecho.	¿Por qué cuando pasa el punto de equilibrio el saltador va cada vez más despacio?
Solicitar la **aclaración** de una idea previamente enunciada (Cuando la respuesta de algún estudiante es ambigua).	¿A qué te refieres exactamente cuando dices que "desacelera": a que disminuye su velocidad o que disminuye su aceleración?
Solicitar la **profundización** en una idea previamente enunciada.	Has dicho que la aceleración disminuye, pero no has tenido en cuenta el sistema de referencia. ¿Cómo explicarías el cambio en la aceleración teniendo en cuenta el sentido del eje y?
Solicitar la **adecuación del lenguaje** para referenciar una idea.	¿Qué término usarías para referirte a lo que denominas "la fuerza contraria"?
Solicitar una **analogía (relación de semejanza)** que aluda a una idea, fenómeno, proceso o hecho para referenciar a otro.	¿En qué se parece la fuerza gravitatoria y la fuerza elástica?
Solicitar una **evidencia o ejemplo** que justifique una idea.	¿En qué te basas para afirmar que la cuerda le está haciendo una fuerza al objeto?
Solicitar que mencionen cómo han llegado a hacer cierta afirmación **(metacognición)** respecto a un fenómeno, proceso, idea o hecho.	¿Cómo sabes que el coche continuaría con velocidad constante si lo lanzáramos en el espacio, en donde no hay resistencia que se oponga a su movimiento?
Solicitar que mencionen la **definición**, qué es, o las características comunes que identifican una categoría o clase.	¿Qué dice La Primera Ley de Newton?

A su vez, se ha analizado la relación entre estas estrategias en el discurso de la docente y la participación del alumnado en prácticas de modelización. Para ello, se ha realizado una sistema de representación del diálogo profesora – estudiantes inspirado en la propuesta de Williams y Clement (2015) pero incorporando la dimensión correspondiente a estas prácticas de modelización. El ejemplo de la figura 2, corresponde a un episodio del taller EV donde la profesora y estudiantes discuten sobre la existencia, o no, de una fuerza en la dirección y sentido del movimiento. Las columna central izquierda corresponde a las intervenciones de la profesora, mientras que la columna central derecha es la de las intervenciones de los estudiantes E1, E2, E3 y E4, de forma que la transcripción de este diálogo de presenta de forma vertical saltado entre estas dos columnas. La columna izquierda permite codificar las estrategias en el discurso de la docente. Además, las hemos enumerado de 1 a 17 para referenciarlas posteriormente. La columna derecha permite codificar las prácticas de modelización de los estudiantes, en este caso, del estudiante E3. Así, para la codificación de las estrategias en el discurso de la docente se ha usado el mismo código de formas y colores que el presentado en la taxonomía de la figura 1, mientras que, para el análisis de las intervenciones de E3, se ha usado un código de colores (rojo, amarillo y verde), el que evidencia lo cercana que es la idea presente en la respuesta del alumnado de aquella que se pretende comprender (rojo es la más alejada, y verde la más cercana). Este mismo código de color se ha usado para enlazar las intervenciones más relevantes de E3 a lo largo del diálogo.

Figura 2. Ejemplo de análisis de las estrategias en el discurso identificadas en las intervenciones de la profesora y de las prácticas de modelización identificadas en las intervenciones del estudiante E3, en el marco de un diálogo sobre la relación entre fuerza y movimiento. (1ª Ley de Newton)

El episodio analizado en la figura 2 comienza por recuperar ideas previamente enunciadas para ser contrastadas (1). El diálogo prosigue con la profesora solicitando al alumnado explicaciones y predicciones (3) que llevan a los estudiantes a usar y revisar su modelo. A pesar de que E3 progresa su idea inicial (primera flecha amarilla), cuando la profesora recupera lo que E3 enunció previamente (7), este menciona que aún considera que la fuerza es poseída por el coche (flecha roja). Por un lado, E3 considera que puede haber movimiento a pesar de la ausencia de fuerzas, pero por otro, que el movimiento de ida se debe a que el coche porta la fuerza que le ha hecho la goma. Luego, la profesora recupera lo que E3 había mencionado previamente (9), y realiza dos preguntas para solicitar profundización. Viendo que E4 aún afirma que el coche se mueve debido a que "la fuerza se tiene", esta opta por aportar una aclaración que será clave (12), lo que permitirá a E3 evaluar de nuevo su modelo inicial, para luego acabar revisándolo y afirmar que "No necesita ninguna fuerza para seguir adelante por la velocidad que tiene".

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Las estrategias en el discurso identificadas en el discurso de la profesora las hemos agrupado en torno a tres grandes bloques, presentados en la figura 1, complementando propuestas previas de caracterización del discurso del profesorado. En el futuro, esta taxonomía nos permitirá analizar tipologías de interacción profesor – alumnado, tanto mediante el análisis cualitativo como cuantitativo, y considerando extrapolar el análisis a diálogos situados en contextos de enseñanza y aprendizaje de otros contenidos científicos.

A través del análisis de este y otros episodios, hemos podido observar la progresión de las ideas del alumnado, y que dicho progreso es motivado por estrategias que la profesora incluye en su discurso. A pesar de que consideramos que cada una de las intervenciones de la profesora son importantes para la progresión de ideas del alumnado, podemos ver que existen estrategias más eficaces que otras.

Las estrategias de solicitar explicación y predicción motivan a que el alumnado enuncie sus ideas para luego enfrentarlas a contextos en donde su capacidad para explicar o predecir pueden verse limitadas, además de ser clave para activar las prácticas de uso y evaluación de modelos. Esto último puede ser enfatizado por la estrategia en el discurso de recuperar para contrastar, en donde el profesorado hace explícita la contradicción entre las explicaciones que las ideas del alumnado pueden otorgar a fenómenos similares, además de dar paso a su evaluación y revisión. Además, la estrategia de solicitar profundización da oportunidad a que el alumnado otorgue más información al profesorado sobre el modelo que utiliza para explicar algún fenómeno, de tal manera que el profesorado pueda planificar las siguientes intervenciones para promover la progresión de ideas del alumnado. La estrategia de aportar aclaración se destaca como un recurso importante para hacer progresar los modelos del alumnado hacia versiones más sofisticadas, sobre todo cuando el alumnado utiliza terminología científica de manera poco certera. Así mismo, esta estrategia da paso a estrategias en el discurso de solicitar predicciones y explicaciones, las cuales van acompañadas de aportaciones de profundización que complementan las ideas expresadas por el alumnado. En esta misma línea, solicitar o aportar definiciones corresponde a una estrategia que puede ser útil para enfatizar en las ideas que el alumnado ha logrado progresar en instancias previas.

Dado el contexto de desarrollo de una tesis doctoral, pretendemos seguir analizando otros ejemplos del discurso del profesorado en otros talleres. Pretendemos comprobar si las categorías de estrategias en el discurso de la profesora son suficientes para caracterizar el discurso del profesorado y su intención con las ideas del alumnado, además de diferenciar entre las estrategias en el discurso más, o menos, eficaces para promover la modelización y la adecuada sofisticación de los modelos del alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (PGC2018-096581-B-C21) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (2017SGR1399), y es apoyada por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo / Programa Formación de Capital Humano Avanzado / Beca Doctorado en el Extranjero 72190314.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Couso, D., & Garrido-Espeja, A. (2017). Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. In *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (Vol. 3, pp. 245–261). https://doi.org/10.1007/978-3-319-58685-4_19

Forman, E. A., Ramirez-DelToro, V., Brown, L., & Passmore, C. (2017). Discursive strategies that foster an epistemic community for argument in a biology classroom. *Learning and Instruction*. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.08.005

Garrido, A. (2016). Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica. (Doctorat). Universitat Autònoma de Barcelona.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2*(2), 115–130. https://doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4

Herrera, L., Garrido, A., & López, V. (2016). Moviment, forces i energia en un salt de puenting, seqüència didàctica per a l'estudi del moviment. Publicacions REVIR.

Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding Science Talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, *35*(12), 2004–2027. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.604684

Khiari, C. (2011). Newton's laws of motion revisited: some epistemological and didactic problems. *Latin-American Journal of Physics Education*, *5*(1), 10–15.

López, V., Couso, D., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt-Álvaro, C., Hernández, M. I., & Pintó, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. In *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 691–698).

Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, *33*(8), 1109–1130. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 177–196.

Pintó, R., Couso, D., & Hernández, M. (2016). Moviment de frenada i distància de seguretat a la carretera. Seqüència didàctica per l'estudi del moviment. Publicacions REVIR.

Roca, M., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2012). A proposal and analysis of students questions. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, *31*(1), 95. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.603

Rojas-Drummond, S., Torreblanca, O., Pedraza, H., Vélez, M., & Guzmán, K. (2013). "Dialogic scaffolding": Enhancing learning and understanding in collaborative contexts. *Learning, Culture and Social Interaction*, *2*(1), 11–21. https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2012.12.003

Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(1),

57–84. https://doi.org/10.1002/tea.20163

Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, *90*(4), 605–631. https://doi.org/10.1002/sce.20131

Williams, G., & Clement, J. (2015). Identifying Multiple Levels of Discussion-Based Teaching Strategies for Constructing Scientific Models. International Journal of Science Education, 37(1), 82–107. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.966257

Zembal-Saul, C., Munford, D., Crawford, B., Friedrichsen, P., & Land, S. (2002). Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1023/A:1022411822951

CO.27 Educación STEAM integrada y desarrollo de la competencia científica en Educación Primaria

Jairo Ortiz-Revilla e Ileana M. Greca

Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, c/Villadiego, 1, 09001, Burgos, España. jortizr@ubu.es.

Resumen

Las carencias en la alfabetización científica del alumnado de etapas educativas obligatorias han evidenciado la ineficacia de la enseñanza tradicional en el desarrollo de su competencia científica. Entre las alternativas emergentes del campo de la didáctica de las ciencias experimentales, la educación STEAM integrada se ha presentado como un enfoque educativo con expectativas de producir mejoras. Con el objetivo de aportar evidencias empíricas del potencial de este enfoque, este estudio evaluó la competencia científica de una muestra de 121 escolares de sexto curso de Educación Primaria tras participar en una propuesta educativa con enfoque STEAM sobre el tópico de la iluminación. Los resultados muestran niveles de desarrollo competencial notablemente más altos que los derivados de la enseñanza tradicional, evidencia a favor de la viabilidad de la educación STEAM integrada como una posible alternativa para la mejora del desarrollo de la competencia científica en la etapa de Educación Primaria.

Palabras clave: Competencias clave; Competencia científica; Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; Educación STEAM integrada; Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de prosperar en el desarrollo de la ampliamente denominada competencia científica en el ámbito educativo se ha venido recalcando tanto a nivel nacional (Confederación de Sociedades Científicas de España [COSCE], 2011) como internacional (Osborne y Dillon, 2008). En Europa, en base a la evolución conceptual del término competencia, desarrollada principalmente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se estableció un marco de recomendaciones (European Parliament and Council, 2006) donde la Unión Europea otorgó un gran protagonismo al asunto del desarrollo competencial.

Así, tanto a nivel político como desde la propia investigación educativa se ha venido haciendo hincapié en la necesidad de desarrollar y alcanzar, desde las etapas de educación obligatorias, una serie de competencias indispensables para la vida, entre las que se encuentra la competencia científica. Sin embargo, existe un amplio consenso en la literatura acerca de las carencias que presenta la enseñanza tradicional en el sentido del desarrollo competencial y, por tanto, de la necesidad de emplear alternativas metodológicas innovadoras con el fin de alcanzar mejoras en este sentido (Tiana Ferrer, 2011; Zabala y Arnau, 2007). Por supuesto, esta cuestión también ha sido recalcada desde el campo de la didáctica de las ciencias experimentales, surgiendo, hace relativamente poco tiempo, ciertos enfoques metodológicos que parecen estar reportando resultados de aprendizaje alentadores en término de desarrollo competencial y, concretamente, de adquisición de la competencia científica.

Entre el amplio rango de enfoques metodológicos y de metodologías activas se encuentra la educación STEAM —*Science*, *Technology*, *Engineering*, *Arts* y *Mathematics*— integrada (Yakman, 2008). Según Quiley y Herro (2016) «el objetivo de este enfoque es preparar a los estudiantes para resolver los problemas apremiantes del mundo a través de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y, en última instancia, el nuevo conocimiento» (p. 410). Además, la educación STEAM integrada resulta congruente con el carácter integrador, transversal y dinámico característico del enfoque competencial, al traspasar los límites disciplinarios mediante la interrelación de diferentes áreas de conocimiento.

Ante este panorama, el objetivo de este estudio se centra en aportar evidencias empíricas de la viabilidad de la educación STEAM integrada para el desarrollo de la competencia científica o Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), denominación con la que se recoge en el currículo oficial de la etapa de Educación Primaria en España (Real Decreto 126/2014).

MÉTODO

Diseño

El estudio fue planteado desde el paradigma metodológico *Design-Based Research* (Barab y Squire, 2004; The Design-Based Research Collective [DBRC], 2003) o investigación de diseño en su traducción al español, definido como «el estudio sistemático del diseño, el desarrollo y la evaluación de intervenciones educativas» (Plomp, 2013, p. 11). Su objetivo es proporcionar soluciones a los problemas complejos de la práctica educativa a la par de avanzar en el conocimiento sobre las características de estas intervenciones, su diseño y su desarrollo. Así, se realizaron iteraciones de tres intervenciones educativas en seis grupos de alumnos; la primera iteración se realizó en un grupo, la segunda en dos y la tercera en tres. A estas iteraciones se las denominó Prototipo 1, 2 y 3, respectivamente.

Recolección de datos

En el marco de este estudio se diseñó e implementó una unidad didáctica STEAM integrada (UD STEAM) (Ortiz-Revilla, 2018) a través de un planteamiento transdisciplinario, trascendiendo las disciplinas individuales y

ubicando el foco de interés en un campo de conocimiento relacionado con el mundo real (Gresnigt, Taconis, van Keulen, Gravemeijer y Baartman, 2014), en este caso, la iluminación de los espacios.

El modelo que subyace a esta UD STEAM abordó expresamente y de manera integrada contenidos de tres asignaturas de la etapa de Educación Primaria: Ciencias de la Naturaleza, Educación Plástica y Matemáticas, materializándose a través de la metodología de indagación y del diseño de ingeniería.

Como técnica de recolección de datos se empleó el material elaborado por el alumnado (Massot Lafon, Dorio Alcaraz y Sabariego Puig, 2004), concretamente su cuaderno de campo personal.

CONTEXTO

La investigación se llevó a cabo durante el curso académico 2017-2018 en el Colegio de Educación Infantil y Primaria (CEIP) público Fernando de Rojas, situado en la ciudad de Burgos —España—.

Destacar que la propuesta de intervención fue informada positivamente por el Director Provincial de Educación de Burgos —Delegación Territorial de Burgos, Dirección Provincial de Educación, Junta de Castilla y León—, dado que implicaba cambios en la temporalización y organización de las evaluaciones previstas por el centro y acordadas con el Inspector del mismo. Para preservar la conducta ética de una investigación en la que participan humanos, se cumplieron los estándares éticos 8.01-8.09 establecidos por American Psychological Association (2017).

PARTICIPANTES

En el estudio participaron un total de 121 (N = 121) escolares (54.54% chicos), divididos en seis grupos (n = 20, n = 21, n = 20, n = 20, n = 19 y n = 21) y cuyas edades se comprendían entre los 11 y los 13 años (M = 11.33, DE = .52). Todos ellos cursaban el sexto curso de Educación Primaria y no hubo casos perdidos.

La estrategia de selección de la muestra se correspondió categóricamente con un muestreo no probabilístico por conveniencia. No obstante, se tomó en consideración la necesidad de contar con un centro de seis líneas para el desarrollo de las tres iteraciones programadas con su progresivo aumento de la muestra.

ANÁLISIS DE DATOS

En congruencia con la complejidad que entraña la evaluación competencial y con las posibilidades que admite la investigación de diseño (Anderson y Shattuck, 2012; DBRC, 2003), en este estudio se combinaron y complementaron análisis cualitativo y cuantitativo.

Desde la parte cualitativa, cada maestro calificó el conjunto de actividades realizadas en la UD STEAM a través de un análisis documental de los cuadernos de campo personales del alumnado. A continuación, todas las calificaciones fueron integradas en un instrumento de evaluación del desarrollo competencial escolar (Ortiz-Revilla y Greca, 2019) que arrojó un conjunto de datos numéricos procedidos a tratar mediante estadística inferencial.

RESULTADOS

Tras integrar en el instrumento de evaluación competencial escolar las calificaciones otorgadas por los maestros a las actividades realizadas, se determinó el nivel competencial alcanzado por el alumnado al finalizar la UD STEAM. En la Tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos correspondientes al desarrollo de la CMCT alcanzado por el alumnado de cada prototipo y también considerando el total de la muestra. Aclarar que el máximo puntaje a alcanzar era de 127 y que el nivel de desarrollo competencial se dividió en cuatro cuartiles del 25%.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del desarrollo de la CMCT por prototipos y en el total de la muestra

	Prototipo 1 (n = 20)	Prototipo 2 (n = 41)	Prototipo 3 (n = 60)	Total muestra (N = 121)
M	100,225	107,024	111,808	108,273
DE	24,432	18,448	15,406	18,499
%	78,89	84,25	88,03	85,19
Nivel	4	4	4	4

Observando la variable género, la prueba U de Mann-Whitney reveló una inexistencia de diferencias significativas en la CMCT en el Prototipo 1 y 2. Sin embargo, se detectó la existencia de diferencias significativas en la CMCT tanto en el Prototipo 3 como en el total de la muestra. En Tabla 2 se muestran los resultados de esta prueba.

Tabla 2. Prueba U de Mann-Whitney observando la variable género por prototipos y en el total de la muestra

	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Total muestra
U de Mann-Whitney	28,000	160,500	300,500	1290,000
Z	-1,634	-1,269	-2,157	-2,734
Sig. Asintótica(bilateral)	,102	,205	,031	,006
Variable de agrupación: Género				

En la Tabla 3 se muestran los estadísticos descriptivos que evidencian que, tanto en el Prototipo 3 como en el total de la muestra, las diferencias significativas fueron a favor de las chicas.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos por género en el Prototipo 3 y en el total de la muestra

		Prototipo 3	Total muestra
Chico	N	33	66
	Me	115,500	110,750
	DE	15,842	21,1332
	M	108,864	103,894
Chica	N	27	55
	Me	121,000	116,500
	DE	14,327	13,0906
	M	115,407	113,527

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En cuanto a la evaluación del desarrollo competencial escolar no existe apenas literatura que evalúe específicamente el nivel competencial alcanzado por alumnado de Educación Primaria tras la implementación de propuestas educativas STEAM integradas. Por ello, más adelante se tratará de establecer algunas comparaciones entre los resultados aquí obtenidos y los derivados de los estudios semejantes. Sin embargo, se ha considerado adecuado, dada su semejanza, realizar un primer ejercicio de discusión tomando como referencia los resultados de la Evaluación fin de etapa de 6º de Educación Primaria 2017-2018 de la comunidad de Castilla y León (CyL).

Así, atendiendo a la media de los resultados de los estudiantes de CyL en esta Evaluación (Junta de Castilla y León [JCyL], 2018), se puede observar que estos se ubican en el nivel tres de los seis niveles de rendimiento establecidos para dos de las pruebas cognitivas que se realizan en este marco: Competencia matemática y Competencias básicas en ciencia y Tecnología. Si se extrapolan los resultados en la respectiva variable —es decir, lo que aquí se evaluó como CMCT— del alumnado después de la intervención con la UD STEAM a este rango de niveles, este se encontraría en las dos variables en el nivel más alto, es decir, seis de seis. Por tanto, el nivel de desarrollo competencial escolar alcanzado por el alumnado de esta investigación sobrepasa notablemente el evaluado en el alumnado de la misma edad y comunidad autónoma en la Evaluación fin de etapa. En cuestión de género y, tomando estos mismos resultados, cabe destacar que el rendimiento de las chicas tanto en la Competencia Matemática como en las Competencias básicas en ciencia y tecnología se sitúa, aunque de manera no significativa, por debajo del de los chicos, resultados que no coinciden con los aquí obtenidos, donde las chicas alcanzan en la CMCT un mayor y significativo desempeño en diferentes ocasiones.

Por otra parte, se ha considerado relevante establecer una breve comparación tomando ahora los resultados de la evaluación competencial reportados por el Informe PISA 2015 (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2016). Si bien esta evaluación estandarizada se centra en el alumnado de 15 años, sus resultados ofrecen cierta información de la evolución de un sistema educativo. Atendiendo de este modo a la media de los resultados de los estudiantes tanto de España como de CyL reportados por este Informe, se puede observar que estos se ubican en el nivel cuatro de los siete niveles que se establecen en cuanto a lo que denominan Competencia de ciencias. Asimismo, estos estudiantes se encuentran en el nivel tres de los seis establecidos para la Competencia de matemáticas. En cambio, extrapolando los resultados en la respectiva variable del alumnado participante en esta investigación a cada uno de estos rangos de niveles, este se encontraría en las dos variables en el nivel seis de siete o seis de seis. De nuevo, la media del nivel de desarrollo competencial escolar aquí alcanzado se sitúa bastante por encima que la evaluada en el Informe internacional. En cuestión de género, siguiendo con estos resultados, cabe destacar que las chicas se sitúan significativamente por debajo de los chicos en cuanto a su rendimiento en ciencias y en matemáticas, resultados que no coinciden con los aquí obtenidos donde, como se ya se ha comentado, las chicas alcanzan en la CMCT un desempeño alto y significativamente mayor que el de los chicos en diferentes ocasiones.

Como se ha comentado, se procede a establecer algunas comparaciones entre los resultados aquí obtenidos y los derivados de los estudios semejantes. Dentro de este escaso corpus, Alsina y Salgado (2018) llevaron a cabo una actividad STEAM con 85 alumnos de Educación Infantil de tres a seis años advirtiendo que este trabajo contribuyó al desarrollo su competencia matemática. Kim y Bastani (2017) llevaron a cabo un estudio con 60 estudiantes de Secundaria que se sumergieron en una propuesta STEAM de diseño de juegos, afirmando que el desarrollo de las competencias transdisciplinarias STEAM —pensamiento crítico y pensamiento sistémico para la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones— de los estudiantes puede contribuir a su aprendizaje individual y colectivo de múltiples disciplinas. Engelman et al. (2017) utilizaron la herramienta educativa EarSketch bajo un enfoque STEAM y encontraron en su muestra de 74 estudiantes de Secundaria una mejora, en este caso, de la dimensión actitudinal de la competencia en computación. Duban, Aydo□du y Kolsuz (2018) implementaron un conjunto de actividades STEAM relacionadas con la electricidad

en una muestra de 25 estudiantes de cuarto curso de Educación Primaria encontrando una mejora en la dimensión actitudinal de la competencia científica. Todos estos resultados parecen acordar con los obtenidos en esta investigación, donde el desarrollo de la competencia científica y, lógicamente, de las dimensiones que la componen, resultó positivo.

Por último, recordar que el desarrollo competencial escolar de la CMCT aquí evaluado en una muestra de 121 alumnos de sexto de Educación Primaria tras la implementación de una UD STEAM integrada ha alcanzado el nivel superior según los cuatro niveles establecidos. A juzgar por este panorama, parece que la educación STEAM integrada se presenta como un enfoque viable y potente en la Educación Primaria para el desarrollo de la competencia científica escolar y, en particular, para la mejora de la competencia en las chicas, con todo lo que esto parece implicar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alsina, Á., y Salgado, M. (2018). Land Art Math: una actividad STEAM para fomentar la competencia matemática en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, *7*(1), 1-11. Recuperado de http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/48/37

American Psychological Association. (2017). *Ethical principles of psychologists and code of conduct*. Recuperado de https://www.apa.org/images/ethics-code-2017_tcm7-218783.pdf

Anderson, T., y Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: a decade of progress in education research. *Educational Researcher*, *41*(1), 16-25. doi:10.3102/0013189X11428813

Barab, S., y Squire, K. (2004). Design-based research: putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, *13*(1), 1-14. doi:10.1207/s15327809jls1301_1

Confederación de Sociedades Científicas de España. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid, España: Autor.

Duban, N., Aydo□du, B., y Kolsuz, S. (2018). STEAM implementations for elementary school students in Turkey. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, *3*(2), 41-58. Recuperado de https://scholarworks.uni.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1030&context=journal-stem-arts

Engelman, S., Magerko, B., McKlin, T., Miller, M., Edwards, D., y Freeman, J. (2017). Creativity in authentic STEAM education with Earsketch. *The SIGCSE 2017 Technical Symposium, Seattle*, 183-188. doi:10.1145/3017680.3017763

European Parliament and Council. (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 december 2006 on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, *49*(L394), 10-18. Recuperado de http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2006.394.01.0010.01.ENG&toc=OJ:L:2006:394:TOC

Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., y Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, *50*(1), 47-84. doi :10.1080/03057267.2013.877694

Junta de Castilla y León. (2018). *Evaluación fin de etapa 6º de Primaria 2017-2018*. Recuperado de https://www.educa.jcyl.es/es/temas/calidad-evaluacion/evaluaciones-regionales-educacion/evaluaciones-fin-etapa

Kim, B., y Bastani, R. (2017). Students as game designers: transdisciplinary approach to STEAM education. *Alberta Science Education Journal*, *45*(1), 45-52. Recuperado de https://sc.teachers.ab.ca/SiteCollectionDocuments/ASEJVol45No1November2017.pdf

Massot Lafon, I., Dorio Alcaraz, I., y Sabariego Puig, M. (2004). Estrategias de recogida y análisis de la infor-

mación. En R. Bisquerra Alzina (Coord.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 329-366). Madrid, España: La Muralla.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *PISA 2015 results. Excellence and equity in education. Volume I*. París, Francia: Autor.

Ortiz-Revilla, J. (2018). ¿Cómo diseñar un prototipo de iluminación para mi sala de estudio? En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrá (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 163-193). Madrid, España: Dextra.

Ortiz-Revilla, J., y Greca, I. M. (2019). La evaluación del desarrollo competencial escolar: propuesta de un instrumento. En M. C. Pérez-Fuentes (Ed.), *Innovación docente e investigación en educación* (pp. 365-374). Madrid, España: Dykinson.

Osborne, J., y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. Londres, Inglaterra: The Nuffield Foundation.

Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. En T. Plomp y N. Nieveen (Eds.), *Educational design research. Part A: an introduction* (pp. 10-51). Enschede, Países Bajos: SLO.

Quigley, C. F., y Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(3), 410-426. doi:10.1007/s10956-016-9602-z

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 1 de marzo de 2014, núm. 52, pp. 19349-19420.

The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, *32*(1), 5-8. doi:10.3102/0013189X032001005

Tiana Ferrer, A. (2011). Análisis de las competencias básicas como núcleo curricular en la educación obligatoria española. *Bordón. Revista de Pedagogía*, *63*(1), 63-75. Recuperado de https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/28905/15410

Yakman, G. (2008). ST∑@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *PATT-17 and PATT-19 Proceedings*, 335-358. Recuperado de https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a

Zabala, A., y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona, España: Graó.

CO.28 Análisis de la conciencia ambiental sobre la producción y consumo de carne desde el enfoque de los métodos mixtos

Isabel María Cruz Lorite, Ángel Blanco López, María del Carmen Acebal Expósito y Daniel Cebrián Robles

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. E-mail: imclorite@uma.es

RESUMEN

La mayoría de los estudios sobre la medición de la conciencia ambiental han propuesto cuestionarios cerrados, con un enfoque puramente cuantitativo, y suelen referirse a cuestiones ambientales globales, encontrándose pocos estudios sobre temas específicos. La finalidad de este trabajo es presentar una propuesta de análisis de la conciencia ambiental acerca de la problemática asociada al actual modelo de producción y consumo de carne. Se ha realizado el análisis de producciones textuales de profesorado de Biología y Geología en formación inicial, recogidas con un cuestionario abierto, desde el enfoque de los métodos mixtos. Los resultados muestran la existencia de categorías saturadas, así como de otras ausentes en el análisis realizado. Las conclusiones apuntan a que el sistema categorial es adecuado, aunque se precisa una revisión de la definición de ciertas categorías, así como del instrumento utilizado para la recogida de datos.

Palabras clave: conciencia ambiental; Cuestiones Socialmente Vivas; consumo de carne; métodos mixtos

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la Educación Ambiental es procurar la actuación proambiental individual o colectiva. La Carta de Belgrado (1975) establecía como meta conseguir que la población mundial tenga conciencia del medio ambiente y se interese por él y sus problemas, señalando a los y las docentes en formación como unos de los principales destinatarios de la educación ambiental. Por tanto, es necesario conocer la conciencia ambiental (CA en adelante) de este profesorado como base para el diseño e implementación de actividades formativas.

Ahora bien, en la investigación sobre la CA consideramos que deben tenerse en cuenta dos cuestiones: por un lado, la tradicional preferencia de medición cuantitativa (p. ej. Jiménez y Lafuente, 2010; Gomera, 2011; Junta de Andalucía, 2018; Laso, Marbán y Ruiz, 2019) y, por otro, la baja especificidad de la mayor parte de los instrumentos existentes. En cuanto a la primera, Cerrillo (2010) atribuía el estancamiento sufrido por la sociología ambiental en las últimas décadas, entre otros factores, a la preferencia de metodologías cuantitativas, concretamente mediante el uso de encuestas, ya que los resultados obtenidos de estas no dejaban de toparse con la inconsistencia entre las actitudes declaradas y las conductas manifiestas (el denominado *gap* ambiental). En cuanto a la segunda consideración, Corraliza, Martín, Moreno y Berenguer (2002) afirmaban que las personas no tienen una actitud ambiental genérica, sino que su CA depende de la relevancia de temas ambientales específicos a los que son especialmente sensibles. Por ambas cuestiones, consideramos que el estudio de la CA sobre problemas concretos precisa de otros métodos e instrumentos más adaptados a las características concretas de dichos problemas, que puedan también ser complementados por la información dada por otros de carácter más global.

La temática del actual modelo de producción y consumo de carne ha sido poco tratada en la enseñanza de las ciencias, sobre todo en cuanto a sus relaciones con el medio ambiente. En un trabajo reciente, Broncos y Jiménez-Aleixandre (2020) muestran que las razones ambientales son las menos aducidas a la hora de apoyar las dietas ovo-lacto-vegetarianas, lo que respalda su hipótesis de que la alimentación es percibida casi exclusivamente en términos nutricionales sin identificar su posible impacto ambiental, particularmente el asociado al consumo de carne. Por ello, desde el grupo de investigación al que pertenecen los autores de este trabajo, se están llevando a cabo estudios enmarcados en la problemática asociada con el actual modelo de producción y consumo de carne (Cabello, Cebrián, España, González y Blanco, 2020; Cabello, González, España y Cruz, 2020) que utilizan el enfoque de las Cuestiones Socialmente Vivas (QSV, por sus siglas en francés) (Legardez y Simonneaux, 2006).

Este trabajo presenta un estudio preliminar que plantea ampliar la visión sobre los enfoques y métodos utilizados en la medición de la CA y que permita complementar a los instrumentos existentes mediante la integración de información de diversa naturaleza.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de comprobar la adecuación del instrumento y del método de análisis utilizados para la obtención de información relativa a la CA de profesorado de Biología y Geología de secundaria en formación inicial. Este objetivo general se concreta en dos objetivos específicos:

- Comprobar la validez y fiabilidad del instrumento utilizado en cuanto a la capacidad de obtención de información relativa a la CA.
- Comprobar la validez y fiabilidad del método de análisis utilizado para el estudio de la CA.

Marco teórico

El estudio de la CA tiene una trayectoria relativamente breve en España. El concepto es introducido por primera vez en la literatura académica española por Chuliá (1995), que lo considera compuesto por diferentes dimensiones, a saber: afectiva, cognitiva, conativa, activa individual y activa colectiva. Desde entonces, numerosos autores (p. ej. Gómez, Noya y Paniagua, 1999; Jiménez y Lafuente, 2006; Acebal, 2010; Gomera, 2011; Muñoz, 2011) se han basado en dicho modelo, con modificaciones no sustanciales del mismo. Este trabajo toma, como marco teórico para el análisis de datos, las definiciones propuestas por Chuliá (1995), así como los indicadores propuestos por Jiménez y Lafuente (2006) para las dimensiones afectiva, cognitiva, conativa y activa, que facilitan la identificación de la información relativa a cada una de ellas en el análisis textual.

Dimensión afectiva (AF)

"Esta dimensión aglutina los sentimientos de preocupación por el estado del medio ambiente, el grado de adhesión a valores culturales favorables a la protección de la naturaleza y la fuerza de hábitos de acercamiento a los espacios naturales" (Chuliá, 1995, p.4). Los indicadores propuestos por Jiménez y Lafuente (2006) son cuatro:

- AF1.Adhesión a valores proambientales, o medida en que las personas realizan una lectura en clave ecológica de la realidad.
- AF2.Gravedad o grado en que el medio ambiente se percibe como un problema que demanda una intervención más o menos urgente.
- AF3.Preocupación personal por el estado del medio ambiente.
- AF4.Prioridad de los problemas ambientales, implicando una labor de jerarquización.

Dimensión cognitiva (COG)

"Agrupa los conocimientos relacionados con el entendimiento y la definición de los problemas ecológicos, la posesión de esquemas inteligibles sobre sus posibles soluciones y sus responsables, así como el interés informativo sobre el tema" (Chuliá, 1995, p.4). Para esta dimensión Jiménez y Lafuente (2006) proponen como indicadores los siguientes:

- COG1.Conocimiento especializado sobre temas ambientales, sus causas y consecuencias.
- COG2.Conocimiento y opiniones sobre la política ambiental.
- COG3.Grado de información general sobre la problemática ambiental, o medida en que las personas muestran interés y se informan a través de diversas fuentes.

Dimensión conativa (CON)

"Engloba la disposición a actuar personalmente con criterios ecológicos y a aceptar intervenciones gubernamentales en materia de medio ambiente" (Chuliá, 1995, p.4). Incluye los siguientes indicadores (Jiménez y Lafuente, 2006):

- CON1.Disposición a asumir costes asociados a distintas medidas de política ambiental.
- CON2.Disposición a realizar diversas conductas proambientales.
- CON3.Percepción de la eficacia y nivel de responsabilidad de la acción individual.

Dimensión activa (AC)

"Recoge los comportamientos medioambientales de carácter privado [...]", así como "las conductas, generalmente públicas o simbólicas, de expresión de apoyo a la protección medioambiental [...]" (Chuliá, 1995, p.4). Si bien Chuliá (1995) presentaba las dimensiones activa individual y colectiva como diferentes, en este trabajo se sigue el criterio de varios autores (p. ej. Jiménez y Lafuente, 2006; Acebal, 2010; Gomera, Villamandos y Vaquero, 2012) que consideran la dimensión activa como una sola, con dos categorías para diferenciar las conductas individuales de las colectivas (Jiménez y Lafuente, 2006):

- AC1.Comportamientos medioambientales de carácter privado.
- AC2.Conductas medioambientales públicas o simbólicas.

METODOLOGÍA

Se trata de un estudio no experimental con un diseño puntual ideográfico multidimensional. El método de análisis ha seguido un enfoque mixto (Creswell, 2005) basado en una metodología de observación indirecta no participante, a través del análisis de la conducta verbal documentada textualmente, y la posterior transformación de la información para un análisis cuantitativo. Los métodos mixtos se caracterizan por combinar o mezclar métodos, técnicas, conceptos o lenguajes cuantitativos y cualitativos en un estudio o serie de estudios vinculados (Anguera y Mendo, 2015).

PARTICIPANTES

Los datos recogidos corresponden a 28 estudiantes del Máster de Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, FP e Idiomas de la especialidad de Biología y Geología, de la Universidad de Málaga, durante el curso 2019/20. 18 eran mujeres y 10 hombres, de edades comprendidas entre 22 y 35 años. 16 estudiantes tenían formación de grado o licenciatura en Biología y el resto provenía de titulaciones de Biotecnología, Medicina, Bioquímica, Farmacia, Ciencias Ambientales y Ciencias del Mar; además, 18 de ellos habían cursado ya otra formación de posgrado. Los estudiantes declararon que sus perfiles de alimentación eran omnívoros, salvo 2 vegetarianos y 1 flexitariano.

INSTRUMENTO

En el caso de la producción y consumo de carne, no se ha encontrado en la bibliografía ningún instrumento específico para la medición de la CA; por esta razón se diseñó un cuestionario con preguntas sobre edad, género, formación universitaria, formación de posgrado, perfil de alimentación y la siguiente pregunta abierta, que es la que se analiza en este trabajo:

"En los últimos años en los medios de comunicación y en las redes sociales existe un amplio debate sobre el consumo de carne y se está planteando la necesidad de reducir dicho consumo. ¿Estarías dispuesta/o a reducir tu consumo de carne? Por favor, explica y fundamenta detalladamente tu opinión."

La formulación de la pregunta buscaba dar la menor cantidad de información posible acerca de la problemática, para comprobar qué conocimientos, preocupaciones, actitudes y conductas podía hacer aflorar dicho instrumento.

ANÁLISIS DE DATOS

En primer lugar, utilizando el programa Atlas.ti v.8, se identificaron 114 unidades de significado o citas, es

decir, expresiones textuales que se consideró que contenían información relativa a las dimensiones de la CA. Dados los objetivos de este trabajo, en este análisis se han considerado en dichas dimensiones tanto las alusiones centradas en aspectos estrictamente ambientales como de salud. En un segundo análisis cada cita fue codificada en función de las categorías (indicadores) recogidas en cada una de las dimensiones.

El análisis de fiabilidad se realizó mediante pruebas intra-evaluador, realizando dos evaluaciones de las mismas citas, con un tiempo de separación de 22 días entre ambas. El acuerdo entre evaluaciones se estableció en términos de porcentaje, obteniéndose un 71,9% de acuerdo (82 citas). Los desacuerdos se centraron de forma casi exclusiva en las categorías correspondientes a las dimensiones cognitiva y afectiva. Dichos desacuerdos se resolvieron a criterio del evaluador en una tercera ronda de evaluación en la que se revisaron exclusivamente dichas citas.

RESULTADOS

La mayoría de los estudiantes (20) respondieron que estarían dispuestos a reducir su consumo de carne, mientras que 5 contestaron que no. Los 3 restantes no dijeron estar dispuestos, pero sus respuestas no mostraban desacuerdo con dicha medida: «Me parece correcto reducir el consumo de carne, […]» (cuestionario 2); «[…] no estaría en contra de reducirlo […]» (cuestionario 15); y «Considero que todos deberíamos reducir sustancialmente nuestro consumo de carne.» (cuestionario 22).

En el análisis categorial, se realizaron un total de 153 codificaciones (tabla 1). La mayor frecuencia se registró en la dimensión afectiva (40,5%), seguida de la cognitiva (30,7%), la conativa (16,3%) y la activa (11,8%).

Tabla 1. Frecuencias de codificación por categorías y dimensiones analizadas

Dimensión	Categoría	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa	
AFECTIVA	AF1.Adhesión a valores proambientales	32	62	20,9	40,5
	AF2.Gravedad/grado en que el medio ambiente se percibe como un problema	12		7,8	
	AF3.Preocupación personal por el medio ambiente	8		5,2	
	AF4.Prioridad de los problemas del medio ambiente	10		6,5	
COGNITIVA	COG1.Conocimiento especializado	33	47	21,6	30,7
	COG2.Conocimiento y opiniones sobre la política ambiental	0		0,0	
	COG3. Grado de información general	14		9,2	
CONATIVA	CON1.Disposición a asumir costes de medidas de política ambiental	0	25	0,0	16,3
	CON2.Disposición a realizar conductas proambientales	25		16,3	
	CON3.Percepción de eficacia y responsabilidad	0		0,0	
ACTIVA	AC1.Comportamientos medioambientales de carácter privado	18	18	11,8	11,8
	AC2.Conductas ambientales públicas o simbólicas	0		0,0	
TOTAL		153		100,0	

Las mayores frecuencias registradas en las dimensiones afectiva y cognitiva fueron en las categorías AF1 (20,9%) y COG1 (21,6%). En la categoría CON2 se registraron 25 codificaciones. De estas, 20 daban respuesta a la pregunta inicial, afirmado la disposición a disminuir el consumo de carne; el resto corresponden a otros aspectos actitudinales manifestados. No se ha registrado ninguna información relativa a las categorías COG2, CON1, CON3 y AC2.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque este estudio tiene un marcado carácter metodológico, sí parece necesario destacar, en cuanto a los aspectos de la CA manifestados por los y las participantes, un cierto *gap* ambiental, recogido en otros estudios con consumidores (Mahardika, Thomas, Ewing y Japutra (2019), estudiantes universitarios (Gomera, 2008) y profesorado de primaria en formación inicial (Laso, Marbán y Ruiz, 2019). Este se pone de manifiesto dado que se ha registrado la predisposición a adoptar conductas de reducción o eliminación del consumo de carne en 20 de los estudiantes, mientras que solo se encuentran datos sobre la adopción de dichas conductas en 12 de los 28 textos analizados.

Atendiendo al primero de los objetivos planteados, el número de codificaciones obtenidas para la categoría CON2 responde a la intencionalidad del instrumento, dado que era la cuestión a la que aludía directamente la pregunta realizada y, aunque con diferentes sentidos, fue contestada por el alumnado en su totalidad. Pensamos que la existencia de categorías desiertas responde al diseño del instrumento, ya que parece poco probable que la totalidad del alumnado no tuviera ningún tipo de información acerca de las mismas, lo que implica la necesidad de revisión de este. Sobre el segundo objetivo, dados los desacuerdos encontrados en la codificación parece necesario definir con mayor exactitud ciertas categorías, sobre todo las que mayor desacuerdo registraron entre ambas evaluaciones. Dicho desacuerdo, junto con la elevada cantidad de codificaciones registrada en ambas, puede indicar cierto solapamiento y la necesidad de revisar el sistema categorial utilizado para el análisis.

Por último, indicar que se precisan estudios con un mayor tamaño muestral, así como la realización de análisis del grado de acuerdo inter-evaluadores que permitan conferir mayor validez y fiabilidad a la metodología utilizada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia "EDU2017-82197-P", financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acebal, M.C. (2010). Conciencia ambiental y formación de maestras y maestros. (Tesis doctoral). Universidad de Málaga, España.

Anguera, T. y Mendo, A. (2015). Avances en estudios observacionales de ciencias del deporte desde los mixed methods. *Cuadernos de Psicología*, *16*(1), 17-30. Recuperado de: shorturl.at/qUW16

Broncos, P., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *38*(1), 127-145. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2802

Cabello, A., Cebrián, D., España, E., González, F. J. y Blanco, A. (2020). El actual modelo de consumo de alimentos cárnicos como Cuestión Socialmente Viva. Análisis y propuestas educativas para la acción. (Artículo enviado).

Cabello, A., González, F. J., España, E. y Cruz, I. M. (2020). La cartografía de controversias como herramienta para tratar el activismo sobre una cuestión socialmente viva: la producción y el consumo de carne. (Comunica-

ción aceptada en el VII Seminario Iberoamericano CTS).

Cerrillo, J. A. (2010). Medición de la Conciencia Ambiental: una revisión de la obra de Riley E. Dunlap. *Athenea Digital*, *17*, 33-52. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v0n17.609

Chuliá, E. (1995). La conciencia medioambiental de los españoles en los noventa. *Analistas socio-políticos, 12(a)*. Recuperado de: shorturl.at/doBZ8

Corraliza, J. A., Martín, R., Moreno, M. y Berenguer, J. (2002). El estudio de la conciencia ambiental. *Medio Ambiente*, *40*, 14-18. Recuperado de: shorturl.at/cmtKZ

Creswell, J. (2005). Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research. Upper Saddle River: Pearson Education.

Gomera, A. (2008). *La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario. Boletín Carpeta Informativa CENEAM*, 1-8. Recuperado de: shorturl.at/cuQT1

Gomera, A. (2011). Análisis, medición y distribución de la conciencia ambiental en el alumnado universitario: una herramienta para la educación ambiental (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Córdoba, España.

Gomera, A., Villamandos, F. y Vaquero, M. (2012). Medición y categorización de la conciencia ambiental del alumnado universitario: contribución de la universidad a su fortalecimiento. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, *16*(2), 213-228. Recuperado de: shorturl.at/fhJPU

Gómez, C., Noya, F. J. y Paniagua, A. (1999). Actitudes y comportamientos hacia el medio ambiente en España. Madrid: EFCA.

Jiménez, M. y Lafuente, R. (2006). La operacionalización del concepto de conciencia ambiental en las encuestas. En R. de Castro (Coord.) Persona, Sociedad y Medio Ambiente (pp. 121-150). Sevilla: Junta de Andalucía. Recuperado de: shorturl.at/mnqET

Jiménez, M. y Lafuente, R. (2010). Defining and measuring environmental consciousness. *Revista Internacional de Sociología*, *68*(3), 731-755. DOI: https://doi.org/10.3989/ris.2008.11.03

Junta de Andalucía. (2018). Ecobarómetro de Andalucía 2018. Recuperado de: shorturl.at/ctJST

Laso, S., Marbán, J.M. y Ruiz, M. (2019). Diseño y validación de una escala para la medición de conciencia ambiental en los futuros maestros de primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, *23*(3), 297-316. DOI: https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.11181

Legardez, A. y Simonneaux, L. (2006). L'école à l'épreuve de l'actualité: Enseigner les questions vives. París: ESF Publisher.

Mahardika, H., Thomas, D., Ewing, M. T., & Japutra, A. (2019). Comparing the temporal stability of behavioural expectation and behavioural intention in the prediction of consumers pro-environmental behaviour. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *45*, 1-10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.101943

Muñoz, A. (2011). Expresión, concepto y dimensiones de la conciencia ambiental. El papel de la cultura científica. (Tesis doctoral). Universidad de Oviedo, España.

UNESCO. (1975). Programa Internacional de Educación Ambiental. Seminario Internacional de Educación Ambiental. Informe Final. Belgrado. Recuperado de: shorturl.at/gklr5

CO.29 *"Porque todos son "avances" de un animal que existió hace muchos milenios"*: Preconcepciones del alumnado de Educación Primaria sobre las ideas nucleares del modelo de evolución biológica

Lucía Vázquez-Ben y Ánxela Bugallo-Rodríguez

Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidade da Coruña. lucia.vben@udc.es

RESUMEN

En este estudio se examinan las preconcepciones de un grupo de estudiantes de 5º de Educación Primaria sobre las ideas nucleares necesarias para la construcción del modelo de evolución biológica, concretamente: *biodiversidad*, *variación*, *selección natural*, *adaptación*, *herencia*, *ancestros comunes y cambio*. Para ello se diseñó una prueba compuesta por cinco cuestiones de carácter abierto, basadas en la resolución de problemas y el uso de pruebas. El análisis cualitativo interpretativo de las respuestas del alumnado reveló no solo la existencia de numerosas nociones en torno a estas ideas nucleares, sino también una baja presencia de concepciones que fueran un obstáculo para el aprendizaje. Finalmente, se

discute cómo este conocimiento inicial, bien tratado, puede servir de base para la construcción temprana de este modelo biológico y, así, facilitar su aprendizaje en etapas posteriores.

Palabras clave: educación primaria; evolución biológica; preconcepciones; modelos y modelización

INTRODUCCIÓN

En España la teoría de la evolución no se aborda hasta Educación Secundaria, concretamente en 4º curso (15-16 años), en la materia (opcional) de Biología y Geología (MECD, 2015). Sin embargo, la evolución aparece de un modo u otro en muchos ámbitos de la vida de niños y niñas desde mucho antes (Ceballos, Vílchez y Escobar, 2017): en el cine, la televisión, la literatura, los museos…, o los medios de comunicación, que tratan a diario temas tan importantes (y controvertidos) como la vacunación, el consumo de alimentos transgénicos o la extinción de especies (Emmons, Smith y Kelemen, 2016).

Este hecho, unido a la importancia del modelo de evolución biológica para comprender las Ciencias de la Vida, lleva a preguntarse qué ideas desarrolla el alumnado de estas edades sobre evolución. Sobre todo, si (y cómo) esas ideas pueden facilitar la construcción temprana y progresiva de este modelo científico.

MARCO TEÓRICO

Durante el siglo XXI cada vez más países (Reino Unido, Francia, Estados Unidos…) han optado por comenzar a trabajar la evolución biológica en Educación Primaria (Vázquez-Ben y Bugallo-Rodríguez, 2018). Muchas razones explican tal decisión, pero quizás la más relevante sea promover un aprendizaje gradual, significativo y progresivo (Cañal, 2009) de este modelo biológico básico, que engloba a todos los demás (célula, ser vivo y ecosistema) (García Rovira, 2005).

Existe una amplia literatura acerca de las dificultades que experimenta el alumnado para comprender este contenido; entre ellas, la presencia de concepciones alternativas. Y es que las referencias constantes al fenómeno evolutivo en la vida cotidiana, derivadas del uso del lenguaje, del contacto con narraciones mágico-religiosas o enseñadas-y-aprendidas en entornos familiares, sociales y/o escolares (Alters y Nelson, 2002), unidas a la propia naturaleza del pensamiento infantil (eminentemente vitalista, esencialista, antropocéntrico y teleológico; Martí, 2012), conducen a la formación de concepciones sobre este tema desde muy temprana edad (Hermann, 2011).

Conocerlas es fundamental para organizar el aprendizaje del modelo de evolución, pues comprenderlo requiere ver el mundo desde un punto de vista nuevo y diferente (Sinatra, Brem y Evans, 2008). Por eso, otras de las cuestiones que más preocupan a la investigación educativa en torno a la enseñanza-aprendizaje de la evolución es qué modelo científico escolar (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009) utilizar y cómo ayudar al alumnado a construir su modelo.

Atendiendo a las aportaciones de la literatura (Andersson y Wallin, 2006; Lehrer y Schauble, 2012; Pobiner, 2016; entre otros) y a nuestra propia investigación, seleccionamos aquellas ideas nucleares que se consideraban fundamentales para la construcción del modelo de evolución biológica. Con ellas se confeccionó el siguiente modelo científico escolar destinado a Educación Primaria (Vázquez-Ben, 2020), compuesto por siete ideas nucleares, que deberán trabajarse en los tres niveles de organización escalar (célula, organismo y población).

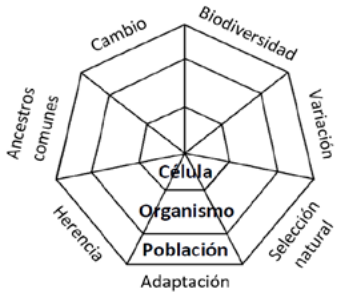


Figura 1. Propuesta de modelo científico escolar de evolución biológica para Educación Primaria (Vázquez-Ben, 2020)

El presente estudio pretende analizar las preconcepciones (Vosniadou, 2013) del alumnado de Educación Primaria en torno al modelo de evolución biológica, objetivo que se concreta en las siguientes preguntas de investigación:

- ¿En qué medida el alumnado de Educación Primaria está familiarizado con las ideas nucleares necesarias en la construcción del modelo de evolución?
- ¿Qué concepciones presentan?

METODOLOGÍA

Esta comunicación se enmarca en un proyecto de investigación más amplio; concretamente, un estudio de caso instrumental (Stake, 1998) y holístico (Yin, 1989) en el que se diseñó, aplicó y evaluó una propuesta didáctica sobre evolución biológica en un aula de 5º de Educación Primaria (10-11 años).

La evaluación inicial consistió en una prueba compuesta por cinco problemas, que requieren poner en juego diferentes ideas nucleares (Tabla 1). En su diseño se incluyó el uso de pruebas (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Tabla 1. Cuestiones incluidas en la prueba e ideas nucleares implicadas en cada una de ellas

#	PROBLEMA	IDEA NUCLEAR
1	Observa la siguiente imagen. En ella aparece representado el esqueleto de la extremidad superior de diferentes seres vivos: brazo de un ser humano; pata delantera de un perro; ala de un ave; aleta de una ballena. ¿Qué tienen en común? ¿Qué tienen de diferente? ¿Cuál puede ser la razón de que, viviendo en ambientes tan diferentes, su esqueleto sea tan parecido?	Ancestros comunes Biodiversidad
2	Ana y Rafael tienen dos gatos: un macho llamado Trébol y una hembra llamada Luna. Hace poco tuvieron crías, y pese a que tanto uno como la otra tienen el pelo corto, uno de los gatos nació con el pelo largo. ¿Cómo es posible?	Herencia Variación
3	La Reina de Corazones ordenó que su jardín estuviera lleno de rosas rojas. Sin embargo, hubo un error y las rosas que se plantaron son todas blancas. Para evitar el enfado de la reina, Siete de Picas sugirió pintarlas todas de rojo y añadió: "Así el año que viene serán todas rojas y no necesitaremos comprar nuevas semillas, porque las semillas que salgan de estos rosales ya darán rosas rojas". En cambio, Cinco de Picas no está muy seguro de que esa sea la solución; cree que de todas formas las semillas que den esas rosas seguirán dando rosas blancas. ¿Tú qué opinas?	Cambio Herencia

#	PROBLEMA	IDEA NUCLEAR
4	Las personas tenemos la piel de colores muy diferentes: unas tienen la piel más oscura, otras más clara, otras más rosada, otras más café, otras más anaranjada… ¿Cuál será la razón de que tengamos la piel de tantos tonos diferentes?	Biodiversidad
5	Hace mil años se produjo una gran explosión volcánica en el desierto del Valle de Fuego, en Nuevo México (Estados Unidos). Como resultado, las zonas que cubrió la lava se volvieron oscuras, mientras que el resto del desierto conservó su color arenoso. En este desierto vive una especie de ratón llamado comúnmente "Ratón de bolsillo del desierto" (su nombre científico es *Chaetodipus intermedius*). Algunos de estos ratones son de color claro, pero otros son de color oscuro. ¿A qué crees que se debe esta diferencia de color? Los científicos y científicas que estudian estos ratones también descubrieron: a) Todos los ratones, claros y oscuros, tienen la barriga de color blanco. b) En ese mismo desierto viven muchos animales que se alimentan de estos ratones: zorros, serpientes, halcones, lechuzas… c) Antes de la erupción volcánica, la mayoría de los ratones eran de color claro. d) En la actualidad, en la zona de lava hay muchos ratones de color oscuro, pero pocos de color claro. Por el contrario, en la zona de desierto sigue habiendo muchos más ratones claros que oscuros. Teniendo en cuenta todas estas pruebas, ¿podrías explicar por qué en la zona de lava hay más ratones oscuros, si al principio la mayoría eran claros?	Adaptación Biodiversidad Cambio Selección natural Variación

Las respuestas del alumnado fueron sometidas a un doble proceso de análisis. Primero, se hizo uso del software MAXQDA 2018, para realizar su codificación inicial (1ª fase) y focalizada (2ª fase) (Miles, Huberman y Saldaña, 2013), lo que permitió catalogar las principales preconcepciones presentadas por los estudiantes (Tablas 2 y 3). Luego, tomando como referencia el modelo científico escolar propuesto (Figura 1), se procedió a la identificación de las ideas nucleares que empleaban, así como los niveles de organización escalar en los que operaban; esto condujo a la representación de los modelos iniciales de evolución de los estudiantes (Figura 2).

RESULTADOS

Lo primero destacable al analizar las respuestas del alumnado es que, a pesar de no haber recibido enseñanza formal sobre evolución (ni genética), presentan un elevado número de preconcepciones acerca de las ideas nucleares necesarias para la construcción de este modelo (Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplos de respuestas del alumnado a las cuestiones formuladas e ideas nucleares a las que hacen referencia

PROBLEMA	IDEA NUCLEAR	EJEMPLO
#1	Ancestros comunes	"Porque hace mucho tiempo todos los animales mamíferos eran algo parecido a una rata"
	Biodiversidad	"Tienen en común: son seres vivos (animales), pueden desplazarse de un sitio a otro, son vertebrados. Se diferencian: sus huesos no están en la misma posición; 1 nada, 1 vuela, 2 caminan; no se alimentan de lo mismo"
#2	Herencia	"Es porque en su familia pudieron tener un gato con pelo largo" "Por la genética"
	Variación	"Tal vez los gatos tuvieran distintos genes y si se fusiona dan una raza de gato con pelo largo"

PROBLEMA	IDEA NUCLEAR	EJEMPLO
#3	Cambio	"Que sí, que de unas rosas blancas no pueden salir rojas"
	Herencia	"Opino que Cinco de Picas tiene razón, porque si las rosas en principio son blancas, sus descendientes también"
#4	Adaptación	"Por el lugar donde nacimos o descendemos, y por el clima que hace en ese lugar"
	Biodiversidad	"Porque cada un nace con un color diferente; también a veces de donde seas puedes tener la piel de muchos colores"
#5	Adaptación	"Porque puede ser que los ratones estuvieran adaptados a su tierra y por eso tenían color claro antes de la erupción y después de ella se adaptaron al color oscuro"
	Biodiversidad	"También puede ser por mutaciones que produce al desarrollarse con ratones de una especie diferente"
	Cambio	"Porque cuando la lava tocó a los ratones pudo afectar a su color o forma. Y los de color blanco, al no tocar con la lava siguen igual"
	Selección natural	"Por la reacción química que expulsó el volcán, que hizo que varios ratones sobrevivieran, pero con cambios"
	Variación	"Pues que unos viven más en la lava y son más oscuros y los otros son más claros porque están más en el desierto" "Porque cada uno tiene el pelo de un color diferente (como su madre o su padre). Es igual que nosotros"

Ahora bien, estas respuestas son tanto más similares o diversas en función del grado de familiaridad del alumnado con la cuestión. Mientras que en el problema nº1 la práctica totalidad esgrime como aspectos en común "ser seres vivos" o "tener esqueleto" y como aspectos diferentes, su hábitat o función; en el problema nº5(a) encontramos casi tantas respuestas como estudiantes que respondieron a la pregunta (17/19). Atribuyen la diferencia de color entre ratones a un dimorfismo sexual, diferente cantidad de pelo, diversidad genética, zona del desierto donde viven…

También cabe destacar (Figura 2) que la mayoría (15 de los 19 estudiantes) utiliza al menos cuatro de las ideas nucleares en sus explicaciones; fundamentalmente, *biodiversidad* (morado), *variación* (rojo), *herencia* (verde) y *cambio* (azul oscuro). Dos de ellos llegan incluso a hacer referencia a seis, como es el caso de Natalia, *adaptación* e implícitamente *selección natural*; y de Pedro, que cita *adaptación* y *ancestros comunes*.

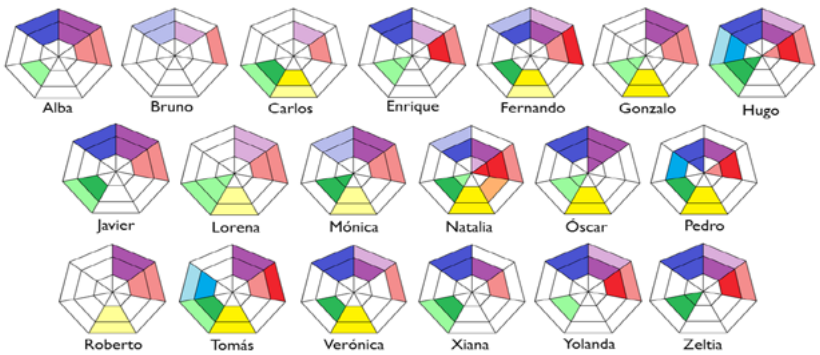


Figura 2. Representación de los modelos iniciales del alumnado

Por lo que se refiere a las concepciones que podrían representar un obstáculo para el aprendizaje, nos encontramos con una situación diametralmente opuesta (Tabla 3). No solo son muy pocas, sino que afectan a un número reducido de estudiantes. Solo uno de ellos recurrió al creacionismo, que usó para explicar el parecido entre especies. Igualmente, muy pocos aludieron a la fusión de caracteres; a la evolución como progreso (y que coloque entre comillas la palabra "avances" hace pensar que fue una forma de hablar); o la adaptación por necesidad, que constituye, no obstante, uno de los pasos intermedios desde el pensamiento teleológico hacia la selección natural (Legare, Lane y Evans, 2013).

Mención aparte merece la herencia de caracteres adquiridos. Todos los estudiantes concluyeron que las rosas de la siguiente generación serían blancas, a pesar de haberlas teñido de rojo (problema nº3). En cambio, en el nº5, la mitad asoció la diferencia de color de los ratones a la erupción volcánica; algunos/as (4) incluso lo atribuyeron a haberse "manchado" con la ceniza. Estos resultados sugieren que esta concepción se activa solo en el caso de causas naturales, pero no artificiales, lo que implica un empleo selectivo, y, por tanto, consciente, de este razonamiento, que aprovecharían más adelante en la secuencia.

Tabla 3. Concepciones identificadas como posibles obstáculos

CONCEPCIÓN	PROBL.	RESPUESTA	IDEA NUCLEAR
Evolución=progreso (1 estudiante)	#1	"Porque todos son "avances" de un animal que existió hace muchos milenios"	Ancestros comunes
Creacionismo (1)		"Porque todos fueron creados en la tierra"	
Generación de nuevos caracteres por combinación de individuos/especies diferentes (2)	#2	"Tal vez los gatos tuvieran distintos genes y si se fusiona dan una raza de gato con pelo largo"	Herencia/ Variación
	#5	"También puede ser por mutaciones que produce al desarrollarse con otros ratones de una especie diferente"	
Herencia caracteres adquiridos (8)	#5	"A uno de los ratones le alcanzó el volcán, pero sobrevivió; entones sus hijos tuvieron el mismo pelo"	Cambio
Adaptación por necesidad (3)	#4	"Porque en unos lugares hace un clima más caluroso y necesitan tener la piel más oscura"	Adaptación
	#5	"Porque puede ser que los ratones estuvieran adaptados a su tierra y por eso tenían color claro antes de la erupción y después de ella se adaptaron al color oscuro"	Cambio

CONCLUSIONES

La presencia de todas estas preconcepciones en el alumnado de Educación Primaria, junto al uso que hacen de vocabulario específico como "evolución", "mutación" o "gen/genética", revelan no solo una exposición temprana a este contenido, como ya señalaban Donnelly y Akerson (2008), sino también su necesidad de explicar el mundo que les rodea. De hecho, son capaces de generar explicaciones razonablemente plausibles sobre cómo y por qué los seres vivos se relacionan entre sí o cómo cambian a lo largo del tiempo.

En comparación con sus compañeros/as de Educación Secundaria, han mostrado escasas concepciones que pudieran suponer un obstáculo al aprendizaje de la evolución y sus ideas nucleares. Incluso, la mayoría de esas concepciones que podrían considerarse una dificultad, han resultado ser más un punto de partida para desarrollar un modelo más complejo, que un problema. Por lo tanto, el conjunto de preconcepciones que poseen

apoya la decisión de comenzar a trabajar sobre las ideas nucleares de la evolución desde los primeros cursos. Casi todas ellas, o todas, pueden resultar útiles en la construcción de este modelo, al servir como elemento de conexión entre lo que ya saben (o empiezan a saber) y habrán de aprender. Esto nos permitirá, parafraseando a Lehrer y Schauble (2012), regar y cuidar el pensamiento evolutivo sembrado en nuestro alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto MINECO EDU2015-6643-C2-2-P. Ayuda Predoctoral Xunta de Galicia ED48A-2016/291. Al alumnado y docente participante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4, Nº especial 1, 40–49.

Alters, B. J. y Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56, 1891–1901.

Andersson, B. y Wallin, A. (2006). On developing content-oriented theories taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education*, 28, 673–695.

Cañal, P. (2009). Acerca de la enseñanza de la evolución biológica en la escuela infantil y primaria. *Alambique*, 62, 75–91.

Ceballos, M.; Vílchez, J. E. y Escobar, T. (2017). La enseñanza de la Evolución en Primaria. Opinión del profesorado y exploración de ideas inadecuadas en los niños. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Aula*, Museos y Colecciones, 4, 55–68. Recuperado de: http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/363.pdf

Donnelly, L. y Akerson, V. (2008). High school biology students' evolution learning experiences. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*: Baltimore, Maryland.

Emmons, N.; Smith, H. y Kelemen, D. (2016). Changing minds with the story of adaptation: strategies for teaching young children about natural selection. *Early Education and Development*, 27 (8), 1205–1221. DOI: 10.1080/10409289.2016.1169823

García Rovira, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del curriculum de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, extra VII International Conference, 1-6.

Hermann, R. S. (2011). Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 267–274. DOI: 10.1007/s12052-011-0325-6

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Legare, C. H.; Lane, J. D. y Evans, E. M. (2013). Anthropomorphizing Science: How does it affect the Development of Evolutionary Concepts? *Merrill-Palmer Quaterly*, 59, 168–197. DOI: 10.1353/mpq2013.0009

Lehrer, R. y Schauble, L. (2012). Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. *Science Education*, 96 (4), 701–724. DOI: 10.1002/sce.20475

Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.

Miles, M. B.; Huberman, A. M. y Saldaña, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. USA: SAGE Publications.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se*

establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE, 3, 3 enero 2015.

Pobiner, B. (2016). Accepting, Understanding, Teaching, and Learning (Human) Evolution: Obstacles and Opportunities. *American Journal of Physical Anthropology*, 159 (S61), 232–274.

Sinatra, G. M.; Brem, S. K. y Evans, M. E. (2008). Changing Minds? Implications of Conceptual Change for Teaching and Learning about Biological Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 1, 189–195. DOI: 10.1007/s12052-008-0037-8

Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

Vázquez-Ben, L. (2020). *La incorporación de la teoría de la evolución biológica a la Educación Primaria: posibilidades y obstáculos* (Tesis doctoral). Universidade da Coruña. A Coruña.

Vázquez-Ben L. y Bugallo-Rodríguez A. (2018) El modelo de evolución en el *curriculum* de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (3), 3101. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3101

Vosniadou, S. (2013). Conceptual Change in Learning and Instruction: The Framework Theory Approach. En Vosniadou, S. (Ed.). *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd Edition) (pp. 11–30). New York: Routledge.

Yin, R. K. (1989). *Case study research. Design and Methods*. USA: Sage Publications.

CO.30¿Cómo es el aire contaminado? Ideas del alumnado de primaria y secundaria sobre la estructura y la naturaleza de la contaminación atmosférica

Caterina Solé[1], Èlia Tena[1] , Digna Couso[1] y Maria Isabel Hernández[2]

[1]CRECIM. Universitat Autònoma de Barcelona. [2] INS Gorgs. Caterina.sole@uab.cat

Resumen

El fenómeno de la contaminación atmosférica hace emerger nuevos retos en la enseñanza y aprendizaje del modelo corpuscular de la materia, por ejemplo, la necesidad de incorporar la mesoescala. El objetivo de esta investigación es profundizar en los retos que supone para el alumnado de primaria (5º y 6º curso) y de secundaria obligatoria (3r curso) explicar la estructura y naturaleza de la materia en el contexto del aire limpio y contaminado. Los resultados muestran que a pesar de que el alumnado de secundaria tenga modelos más sofisticados para el aire limpio (mezcla de gases ideales), en el caso del aire contaminado (con partículas en la mesoescala) las problemáticas son similares en los dos niveles. Esto apunta a la necesidad de introducir fenómenos como la contaminación para extender el conocimiento del alumnado fuera de los límites del modelo corpuscular de la materia clásico.

Palabras clave: modelización; contaminación atmosférica; primaria; secundaria

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es uno de los retos medioambientales actuales más importantes en las ciudades debido a sus consecuencias sobre la salud humana (Basagaña, 2018). Mejorar la calidad del aire necesita

de actuaciones urgentes que pasan, en gran medida, por involucrar a la ciudadanía en la comprensión del fenómeno e incluirla en el desarrollo de estas acciones. Así, los centros educativos tampoco deben quedar al margen de esta problemática si se quiere promover una alfabetización científica para una ciudadanía responsable (European Comission, 2015) y trabajar hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2017)la UNESCO ha promovido la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS.

Para actuar de manera informada y empoderada sobre esta problemática, el alumnado necesita una comprensión profunda y adecuada del modelo corpuscular de la materia y, concretamente, de su aplicación en el caso del aire (gases atmosféricos) y de la contaminación.

MARCO TEÓRICO

La estructura de la materia desde un modelo corpuscular

El modelo corpuscular de la materia es uno de los modelos centrales de la ciencia y, en consecuencia, de la ciencia escolar (Harlen, 2015). Este hecho se debe, principalmente, a la gran relevancia del modelo para interpretar tanto multitud de fenómenos cotidianos (p.ej. que el agua se evapore) como construir modelos científicos sofisticados (p.ej. el modelo de gas ideal).

Dada su relevancia, existen numerosas investigaciones sobre las ideas alternativas del alumnado en todas las etapas escolares y las principales dificultades a superar para sofisticarlas (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994; Talanquer, 2013). Los resultados de dichas investigaciones muestran que desde primaria el alumnado tiene modelos intuitivos sobre la materia que difieren en gran medida de la visión corpuscular consensuada (Acher, Arcà, & Sanmartí, 2007).

Una de las ideas alternativas más comunes entre el alumnado es la concepción del aire como una única substancia continua. Así, para avanzar en este modelo necesitaremos sofisticar esta idea progresivamente a lo largo de la escolarización para acercarla cada vez más a la consensuada por la ciencia profesional, en este caso, la concepción del aire como una mezcla de diferentes gases, que a su vez están formados por entidades submicroscópicas (átomos, moléculas) (Hadenfeldt, Liu, & Neumann, 2014)to what extent students are able to explain everyday phenomena or how students develop an understanding of matter over time. In order to understand how students progress in their understanding of matter, what they understand easily and where they have difficulties, there is a need to identify common patterns across the available studies. The first substantial review of research on students' conception was provided in the 1990s with the aim to organise students' understanding of matter into four categories: students' conceptions about (1.

El fenómeno de la contaminación atmosférica

A pesar de la relevancia del fenómeno de la contaminación atmosférica y su capacidad de promoción de la alfabetización científica para una ciudadanía responsable en la escuela (European Comission, 2015), la investigación en este ámbito es muy limitada, especialmente, en el marco de secuencias de enseñanza-aprendizaje (Mandrikas, Stavrou, & Skordoulis, 2017).

Los pocos estudios sobre las ideas del alumnado en este ámbito muestran que a partir de los 6 años el alumnado ya presenta algunas ideas sobre la naturaleza de la contaminación (Skamp, Boyes, & Stanisstreet, 2004). Sin embargo, de manera similar a lo que ocurre con las ideas de materia, son numerosas las concepciones alternativas que aparecen en sus explicaciones y su progresión a lo largo de la escolaridad es muy limitada (Boyes, Myers, Skamp, Stanisstreet, & Yeung, 2007).

Los estudios en este ámbito muestran que, en la mayoría de casos, el alumnado de primaria y secundaria asocia la contaminación a la aparición de sustancias, partículas, etc. que ensucian el aire (Dimitriou & Christidou,

2007). Sin embargo, la naturaleza de esta suciedad es entendida de manera muy diversa. Así, hay alumnado que habla de la contaminación como la presencia de objetos que generan suciedad (p.ej. botellas, bolsas, etc.) (Pruneau, Richard, Langis, Albert, & Cormier, 2005), alumnado que la entiende como virus o bacterias (Dimitriou & Christidou, 2007) y alumnado que asocia la contaminación a gases de efecto invernadero (p.ej. CFCs) (Skamp et al., 2004).

El modelo corpuscular de la materia para explicar la contaminación: nuevos retos

Poner el foco en el fenómeno de la contaminación atmosférica, especialmente en aquella causada por partículas sólidas en suspensión en el aire (PM del inglés *particulate matter*) nos permite hacer emerger nuevas ideas y retos relacionados con el modelo corpuscular de la materia. El motivo es doble.

Por un lado, encontramos que en general, y el contexto de la contaminación atmosférica no es una excepción, en ciencias se utiliza la palabra *partícula* de manera muy polisémica. Así, *partícula* designa a la vez partes pequeñas de sólidos en la mesoescala (p.ej. partículas de polvo) y átomos o moléculas en la sub-microescala (p.ej. las partículas que forman los gases) (Solé, Tena & Couso, en prensa). Esto muestra la necesidad de especificar en cada caso de qué estamos hablando.

Además, la comprensión de la contaminación atmosférica causada por las PM pasa por trabajar con el alumnado, especialmente en la etapa de secundaria, las diferentes "reglas de juego" de los fenómenos que ocurren en la mesoescala (10^{-1} y 10^{-9} m) (Meijer R., Bulte M.W., & Pilot, 2013). A diferencia de los fenómenos en la macroescala (0,1 y 1 m) o en la sub-microescala (10^{-10} y 10^{-9} m), el trabajo en la mesoescala pone de relieve ideas que comúnmente no se trabajan y que nos permitirán sofisticar el modelo corpuscular de la materia y comprender fenómenos cotidianos: p.ej. cómo es posible que las PM estén suspendidas en el aire o porqué regar es una acción para minimizar la contaminación atmosférica.

Objetivos de la investigación

El objetivo principal de la investigación es identificar las principales ideas del alumnado en los últimos cursos de primaria (5º y 6º curso) y de la secundaria obligatoria o ESO (3r curso) sobre la estructura y la naturaleza de la materia en el contexto del aire y la contaminación atmosférica.

METODOLOGÍA

El presente estudio se ha llevado a cabo durante el curso 2019-20 en el marco de dos proyectos educativos sobre calidad del aire: ParticipAire[1] y Projecte Atenció[2]. A lo largo de dichos proyectos han participado más de 12 escuelas con el alumnado de 5º y 6º curso de primaria y 50 institutos con el alumnado de 3º de la ESO respectivamente.

Para identificar las principales ideas del alumnado de primaria (N=121) y secundaria (N=255) sobre la estructura y naturaleza del aire limpio y contaminado se han recogido representaciones y explicaciones individuales usando una actividad integrada en el material didáctico. Así, se ha pedido al alumnado de ambas etapas educativas que dibuje y describa cómo es el aire limpio y el aire contaminado si lo observan a simple vista y si se lo imaginan por dentro.

Las categorías de análisis de estructura y naturaleza del aire limpio y contaminado se han establecido siguiendo el método de comparación constante (Miles, Huberman & Saldaña, 2014). Para ello se han tenido en cuenta tanto categorías identificadas en investigaciones previas sobre el tema (Hadenfeldt et al., 2014; Talanquer,

1 ParticipAire: https://ddd.uab.cat/record/201068

2 Projecte Atenció: https://ddd.uab.cat/record/201543

2013)24(4 como categorías emergentes de los datos.

Categorías sobre la estructura del aire limpio y contaminado

En el caso de la estructura del aire limpio y el aire contaminado se han tenido en cuenta dos factores: el grado de continuidad de la materia y la adecuación entre las diferentes escalas representadas en los dibujos, siendo el eje vertical y horizontal de la Tabla 1 respectivamente.

Para la gradación en la continuidad de la estructura de la materia se han establecido tres estadios de sofisticación: la representación de la estructura de la materia como un continuo (CON), la representación como semi-continua entendiendo que hay una substancia o componente continua en la que se insertan gránulos o partes (SEM), o la representación de la materia como discontinua (DIS). Además, dentro de cada uno de los estadios, se ha establecido una subdivisión en función de si se representa una única substancia (No diferencia: NDIF) o más de un tipo de sustancia (Diferencia: DIF).

Por otro lado, respecto a la adecuación entre las escalas se han propuesto dos subcategorías en función de si cada elemento de los representados se encuentra en su escala (por ejemplo, partículas de aire en la escala sub-microscópica mientras que partículas de contaminación en la mesoescala) y, por tanto, si el alumnado hace una buena elección de las escalas en sus representaciones (ESC) o si no lo hace (NESC).

Tabla 1. Sistema de categorías establecidas para analizar la estructura de la materia según su continuidad y la escala de los elementos presentes en las representaciones. En gris se encuentran aquellas combinaciones de las que no se ha encontrado representación entre los datos.

Estructura de la materia	Discontinua	Diferencia	**DIS-DIF-NESC:** Representa el aire limpio/contaminado como partículas diferentes en una escala no adecuada.	**DIS-DIF-ESC:** Representa el aire limpio/contaminado como partículas diferentes en una escala adecuada
		No diferencia	**DIS-NDIF-NESC:** Representa el aire limpio/contaminado como partículas iguales en una escala no adecuada.	**DIS-NDIF-ESC:** Representa el aire limpio/contaminado como partículas iguales en una escala adecuada.
	Semicontinua	Diferencia	**SEM-DIF-NESC:** Representa el aire limpio/contaminado como una sustancia continua que incluye algunas partes en una escala no adecuada.	**SEM-DIF-ESC:** Representa el aire contaminado como una sustancia continua que incluye partes en la mesoescala en una escala adecuada.
		No diferencia	**SEM-NDIF-NESC:** Representa el aire limpio/contaminado como una sustancia continua que incluye algunas partes iguales a ella en una escala no adecuada.	
	Continua	Diferencia		**CON-DIF-ESC:** Representa el aire limpio/contaminado como más de una sustancia continua en una escala adecuada.
		No diferencia		**CON-NDIF-ESC:** Representa el aire limpio/contaminado como una única sustancia continua en una escala adecuada.
			Escala no adecuada	Escala adecuada

Categorías sobre la naturaleza del aire limpio y aire contaminado

En cuanto a la naturaleza del aire se han establecido diferentes categorías en función de los diferentes tipos de componentes que pueden formar el aire limpio y el aire contaminado. En la Tabla 2 se encuentran todas las categorías que se pueden relacionar con la naturaleza del aire contaminado y, en azul, aquellas que también pueden estar relacionados con el aire limpio o no contaminado (NOHAB, RESPIR, COMPON).

Al contrario de las categorías de estructura presentadas anteriormente (Tabla 1), las categorías de naturaleza que se presentan a continuación (Tabla 2) no son excluyentes. Por ello, el alumnado puede haber hecho referencia a más de una categoría en su respuesta.

Tabla 2. Categorías de la naturaleza de la materia para el aire limpio y el aire contaminado.

Naturaleza de la materia del aire	NOHAB	No habla de los componentes del aire
	RESPIR	Habla solo de los componentes del aire limpio o no contaminado involucrados en la respiración (oxígeno, CO_2)
	COMPON	Habla de otros componentes del aire limpio o no contaminado (nitrógeno, etc.)
	INFEC	Habla de contaminantes como agentes infecciosos o patógenos (virus, bacterias, microorganismos, etc.)
	COMBU	Habla de contaminantes producto de la combustión en fábricas, tráfico, etc. (humo, hollín, etc.)
	DIVCONT	Habla de otros contaminantes visibles o no visibles a simple vista (fibras, arena, polvo, etc.)
	OBJET	Habla de contaminantes como objetos que ensucian

RESULTADOS

A continuación, se presentan algunos resultados preliminares respecto a la estructura y naturaleza del aire limpio y contaminado que presentan los dibujos y explicaciones del alumnado y que se han identificado a partir del sistema de categorías establecido.

Representación de la estructura de la materia en el aire limpio y el aire contaminado

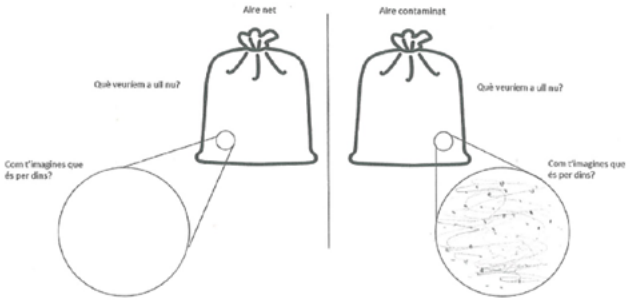
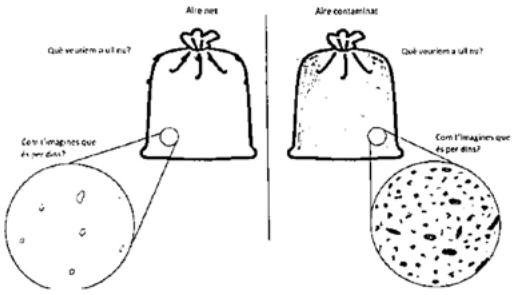
En cuanto a la estructura de la materia se observan diferencias entre las representaciones que hace el alumnado para el aire limpio y para el aire contaminado. Así, mientras en la idea de estructura del aire limpio las ideas del alumnado de secundaria presentan un mayor grado de sofisticación respecto a las ideas de primaria, en la estructura del aire contaminado tanto el de secundaria como de primaria presentan ideas similares.

De esta manera, en el caso del aire limpio observamos que en primaria la mayoría de alumnado representa el aire como continuo (siendo la categoría CON-NDIF-ESC la más habitual con el 39% de las respuestas), mientras que en secundaria la mayoría del alumnado representa la materia de forma discontinua (48%), siendo las categorías DIS-NDIF-NESC y DIS-DIF-ESC las más comunes.

Para las representaciones del aire contaminado, tanto en el caso del alumnado de primaria como de secundaria se encuentran diferentes tipos de representaciones. Sin embargo, en ambos casos el alumnado habla mayoritariamente de una no-continuidad (SEM o DIS), siendo en el caso de primaria el 75% del alumnado y en el caso de secundaria el 67% del alumnado.

En relación con el grado de diferenciación de las substancias representadas, se observa que tanto en el caso de primaria como en el caso de secundaria el 55% del alumnado no diferencia entre tipos de sustancias (NDIF) haciendo referencia tan solo en un único componente del aire contaminado.

Ejemplos de las representaciones más comunes sobre la estructura de la materia

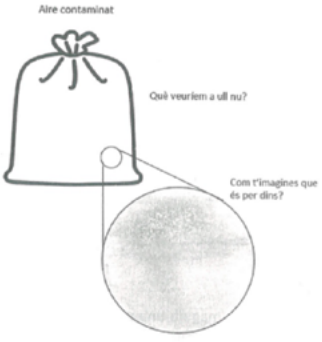
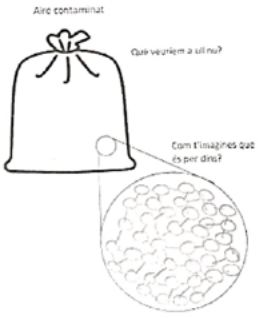
Representación de primaria categorizada Aire limpio: CON-NDIF-ESC Aire contaminado: SEM-NDIF-NESC	Representación de secundaria categorizada Aire limpio: DIS-DIF-ESC Aire contaminado: DIS-NDIF-NESC
	
Aire limpio: El aire limpio seria todo junto, limpio y sin suciedad. **Aire contaminado:** El aire contaminado tiene suciedad que está en la atmosfera.	En la primera bolsa el aire está limpio y como es transparente no se dibuja. Por dentro he dibujado las partículas que tiene como el nitrógeno, el dióxido de carbono... En la segunda bolsa he dibujado el aire contaminado. A simple vista como niebla y por dentro partículas que contaminan.

Representación de la naturaleza de los componentes del aire limpio y el aire contaminado

En el caso de la naturaleza de los componentes del aire limpio los resultados para primaria y para secundaria son similares. Aquellos alumnos que hablan de la naturaleza de la contaminación habitualmente hacen referencia explícita a los gases respirables (RESPIR: O_2 o CO_2). Solo en algunos casos también incluyen referencias a otros componentes del aire como el N2, etc. (COMPON).

En las representaciones del aire contaminado, las respuestas son muy diversas para ambos niveles encontrándose repartidas mayoritariamente entre RESPIR (hablando sobretodo de CO_2), INFEC, COMBU (ver ejemplos a continuación).

Ejemplos de las representaciones más comunes sobre la naturaleza de la materia para el aire contaminado

Representación de primaria INFEC (26%)	Representación de primaria COMBU (22%)	Representación de secundaria RESPIR (32%)
		
Creo que el aire contaminado está formado por bacterias malas, enfermedades, ...	Creo que el aire contaminado es un aire sucio por culpa de los gases que producen coches, barcos, ...	En la bolsa de aire contaminado hay moléculas de CO_2 y menos oxígeno.

CONCLUSIONES

El fenómeno de la contaminación atmosférica centrado en las partículas sólidas en suspensión (PM) nos ofrece nuevas perspectivas de trabajo que permiten identificar las ideas y retos del alumnado de primaria y secundaria sobre la estructura y la naturaleza tanto del aire limpio como del aire contaminado.

Las representaciones del aire limpio analizadas en este trabajo nos permiten observar que el alumnado de primaria presenta numerosas ideas alternativas sobre la estructura y naturaleza del aire limpio identificadas en la literatura (Driver et al., 1994; Hadenfeldt et al., 2014; Talanquer, 2013){“id”:”ITEM-2”,”itemData”:{“DOI”:”10.1080/03057267.2014.945829”,”ISSN”:”19408412”,”abstract”:”This manuscript presents a systematic review of the research on how students conceptualise matter. Understanding the structure and properties of matter is an essential part of science literacy. Over the last decades the number of studies on students’ conceptions of matter published in peer-reviewed journals has increased significantly. These studies investigated how students conceptualise matter, to what extent students are able to explain everyday phenomena or how students develop an understanding of matter over time. In order to understand how students progress in their understanding of matter, what they understand easily and where they have difficulties, there is a need to identify common patterns across the available studies. The first substantial review of research on students’ conception was provided in the 1990s with the aim to organise students’ understanding of matter into four categories: students’ conceptions about (1. Así, en la mayoría de los casos, el alumnado de esta etapa educativa representa y describe el aire como una substancia continua. El análisis de las representaciones del alumnado de 3º de la ESO parece apuntar que existe una mejora o progresión de las ideas del aire limpio hacia ideas más cercanas al modelo científico consensuado, aunque no siempre se presente un modelo completo. Así, en la mayoría de los casos el alumnado de secundaria incorpora la idea de discontinuidad en su representación del aire limpio, combinando representaciones a nivel macro y sub-micro adecuadamente.

En el caso de la naturaleza del aire limpio las ideas del alumnado de ambas etapas educativas son similares.

Esta progresión entre las ideas de primaria y secundaria no se observa al analizar las ideas de estructura y naturaleza del aire contaminado, mostrando la dificultad de introducir un fenómeno que opera en una escala intermedia. En ambos casos, la mayoría del alumnado habla de la estructura del aire contaminado como semi-continuo o discontinuo y de la naturaleza como suciedad (p.ej. hablando de virus, partículas sucias, etc.).

Estos resultados preliminares nos hacen pensar que el contexto de la contaminación (y en concreto en el caso de las PM) puede ser especialmente interesante tanto para progresar en la construcción del modelo corpuscular de la materia en el caso de primaria, como para refinar y mejorar las ideas de este modelo en secundaria (Solé, Tena & Couso, en prensa).

Es por ello que actualmente se está utilizando el mismo sistema de categorías, para analizar las representaciones del alumnado después de involucrarse en una secuencia de enseñanza-aprendizaje que persigue mejorar el modelo corpuscular del alumnado partiendo de sus ideas.

En un futuro, se pretenden comparar las ideas previas y posteriores obtenidas para cada una de las etapas educativas para identificar las barreras o retos que presenta el alumnado en primaria y secundaria. Todo ello con el objetivo de intentar trazar una posible progresión de aprendizaje al largo de la escolaridad (Duschl, Maeng, & Sezen, 2011)development and reporting of learning progressions and teaching sequences. Research questions are: (1 de las diferentes concepciones del alumnado sobre la estructura y naturaleza del aire limpio y del aire contaminado.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha desarrollado en el marco de los proyectos ParticipAire con el apoyo de FECYT; el Projecte Atenció ha contado con el apoyo de RecerCaixa un programa impulsado por "La Caixa" con la colaboración de la ACUP. El trabajo realizado también ha obtenido apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad (PGC2018-096581-B-C21), dentro del grupo consolidado ACELEC (2017SGR1399). Además, Èlia Tena ha contado con la financiación de la beca predoctoral FI-DGR-2018 (2018FI_B_00976)

REFERENCIAS

Acher, A., Arcà, M., & Sanmartí, N. (2007). Modelling as a Teacher Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, *91*(1), 398–418. https://doi.org/10.1002/sce

Basagaña, X. (2018). Els efectes de la contaminació en les persones: què en sabem i de què busquem evidències? *Ciències 35*, *35*, 28–34.

Boyes, E., Myers, G., Skamp, K., Stanisstreet, M., & Yeung, S. (2007). Air quality: A comparison of students' conceptions and attitudes across the continents. *Compare*, *37*(4), 425–445. https://doi.org/10.1080/03057920701366176

Dimitriou, A., & Christidou, V. (2007). Pupils' understanding of air pollution. *Journal of Biological Education*, *42*(1), 24–29. https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656103

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). Part III: Materials and their properties. *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas*, pp. 137–229.

Duschl, R. A., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, *47*(2), 123–182.

European Comission. (2015). *Science Education for responsible Citizenship*.

Hadenfeldt, J. C., Liu, X., & Neumann, K. (2014). Framing students' progression in understanding matter: a review of previous research. *Studies in Science Education*, *50*(2), 181–208. https://doi.org/10.1080/03057267.2014.945829

Harlen, W. (2015). Big Ideas of Science Education. In *Science Education Program (SEAP) of IAP* (Vol. 1). https://doi.org/978 0 86357 4 313

Mandrikas, A., Stavrou, D., & Skordoulis, C. (2017). Teaching Air Pollution in an Authentic Context. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(2), 238–251. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9675-8

Meijer R., M., Bulte M.W., A., & Pilot, A. (2013). Macro-Micro Thinking with Structure-Property Relations: Integrating "Meso-levels" in Secondary Education. In *Concepts of Matter in Science Education* (Vol. 19, pp. 419–435). https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5

Miles, Huberman & Saldaña (2014). Qualitative Data Analysis: A methods Sourcebook. London, UK, SAGE.

Pruneau, D., Richard, J. F., Langis, J., Albert, G., & Cormier, M. (2005). The evolution of children's ideas on pollution in the framework of experiential and socioconstructivist activities [1]. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, *4*(1), 17–34. https://doi.org/10.1504/IJESD.2005.006771

Solé, Tena & Couso (en prensa). ¿Qué modelo de materia necesitamos para explicar la contminación? Explorando el modelo corpuscular en la mesoescala. *Alambique*, *101*.

Skamp, K., Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2004). Students' ideas and attitudes about air quality. *Research in Science Education*, *34*(3), 313–342. https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000044643.24770.5c

Talanquer, V. (2013). Progresiones de aprendizaje: promesa y potencial / Learning Progressions: Promise and Potential. *Educación Química*, *24*(4), 362–364.

UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*.

03.

COMUNICACIONES
FLASH

CF.01 La Realidad aumentada como herramienta didáctica para la enseñanza de las ciencias. Una experiencia con maestros en formación

Carmen Solís Espallargas[1]

1 Universidad de Sevilla

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en el proyecto de innovación docente "Trabajar problemas socioambientales actuales a través de la Realidad aumentada como herramienta educativa". Centrado en la formación de futuros maestros en Realidad aumentada (RA) para facilitar el diseño de recursos didácticos que interconecte el aula con el entorno socioambiental, así como generar actitudes positivas ante tecnologías emergentes para la enseñanza y aprendizaje de contenidos de ciencia en la etapa de educación primaria. Hemos desarrollado un proyecto de formación en RA y mediante un cuestionario pre y post hemos investigado sobre las ideas que tienen los estudiantes sobre RA y su cambio. Los resultados muestran cómo la participación en este proyecto de RA ha contribuido positivamente en: la mejora de su conocimiento, su potencial didáctico, sus posibilidades educativas, como favorecedora de escenarios de aprendizaje y su empleo de la profesión docente.

Palabras clave: Realidad aumentada; formación de maestros; innovación educativa; problemas socioambientales; tecnologías emergentes.

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA FORMACIÓN DOCENTE

Todavía existe mucha confusión entre Realidad aumentada y Realidad virtual, por compartir características comunes. Sin embargo existen diferencias significativas que caracterizan a cada una de forma que la Realidad aumentada (en lo sucesivo, RA) no reemplaza al mundo real, como ocurre en el caso de la Realidad virtual, sino que mantiene lo que percibe el usuario completando la información con contenido virtual.

Estebanell y otros (2012, p. 136) definen la RA como "una tecnología que permite añadir información virtual sobre la realidad". Un proceso que se realiza en tiempo real a través de la captura de una cámara, estableciendo una relación espacial entre la información virtual y su entorno real. De este modo, objetos virtuales bidimensionales y/o tridimensionales se superponen al mundo real, suscitando la coexistencia de dos mundos, virtual y real, en el mismo espacio, en tiempo real (De Pedro y Martínez, 2012).

Como señalan Di Serio, Ibáñez y Delgado (2013, p. 587) los sistemas de RA se caracterizan por tres propiedades básicas: a) combinar objetos reales y virtuales en un entorno real, b) alineación de objetos reales y virtuales entre sí, y c) ejecutarlos de forma interactiva y en tiempo real.

Existen numerosas clasificaciones sobre las diferentes tecnologías que se suelen englobar bajo el paraguas de Realidad aumentada. Estebanell y otros (2012) optan por clasificar la RA según el reconocimiento de formas o de la posición. Según las formas se incluyen aplicaciones que hacen "aparecer" algún elemento (imagen, audio, vídeo o modelos en 3D) cuando la cámara de un dispositivo móvil o de un ordenador reconoce una forma determinada. Estas formas pueden ser de distintos tipos: marcadores, imágenes u objetos. El reconocimiento de posición detecta la posición en la que se encuentra el usuario mediante aplicaciones de GPS, orientación mediante aplicaciones de brújula e inclinación mediante acelerómetros. Con esta información aparecen en la pantalla del dispositivo información adicional en forma de objetos 3D, imágenes o indicadores de puntos de interés (POIs), entre otros.

El desarrollo de la competencia digital en el campo de la didáctica de las ciencias abre nuevos campos de investigación sobre su integración en los modelos de aprendizaje, procedimientos, estrategias y recursos que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello se cuenta en las aulas , cada vez más, con herramientas tecnológicas como ordenadores, pizarras digitales, tablets, teléfonos móviles que permiten poner en juego materiales multimedia interactivos y recursos didácticos que desarrollen habilidades cognitivas así como la adquisición y consolidación de las competencias digitales básicas (Del Moral, 2009). Para la integración de esta competencia se están desarrollado diferentes modelos didácticos e investigando sobre las teorías de aprendizaje de la era digital. Entre las "teorías para aprender con tecnologías emergentes" recogidas por autores como Wheeler (2012) aparecen planteamientos muy desarrollados en el campo de la didáctica de las ciencias como el constructivismo y la teoría de la complejidad, y otros nuevos planteamientos como la pedagogía de la proximidad (Mejias, 2005), la heutagogía (Hase and Kenyon, 2007), el conectivismo (Siemens, 2005), el aprendizaje rizomático (Cormier, 2008), el aprendizaje autorregulado (Beishuizen, Carneiro y Steffens, 2007), la teoría LaaN (Chatti, 2013) o el aprendizaje entre iguales (Corneli, 2012), entre otros, que conforman un ecosistema pedagógico de la integración de las TIC en el aula (Adell y Castañeda, 2013). Todos estos modelos didácticos se amparan bajo el paraguas de emergentes que tienen en común la introducción de las TIC en la educación y el aprovechamiento de su potencial educativo. Experiencias llevadas a cabo tanto desde niveles de educación primaria (Bongiovani, 2013; Prendes, 2015) hasta el ámbito universitario (Martínez y Olivencia, 2017) sustentan la viabilidad de su implementación.

En definitiva, el desarrollo de experiencias e investigaciones de enseñanza aprendizaje en el que tenga presencia la RA pretende construir nuevos escenarios educativos más interactivos donde es imprescindible la contextualización y sentido de la herramienta así como tener en cuenta los problemas y necesidades emergentes del uso de esta herramienta para el aprendizaje de forma reflexiva y creativa.

En concreto este trabajo surge en el marco del proyecto de innovación docente "Trabajar problemas socioambientales actuales a través de la Realidad aumentada como herramienta educativa" que pretende aportar nuevas experiencias en este campo, además de favorecer la formación inicial del profesorado ya que como señala De la Horra Villacé (2017, p.4), "es una gran responsabilidad para el docente estar preparado para los diversos avances educativos, con el fin de dotar al alumnado de todas aquellas destrezas necesarias para incorporarse a esa población del continente digital". El objetivo principal de esta experiencia se basa en la formación de los maestros en Realidad aumentada mediante su aplicación en el diseño y desarrollo de recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias.

DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto tiene lugar en el marco de la asignatura de didáctica de las ciencias experimentales durante el curso 2018-2019 en el que han participado 65 estudiantes del Grado de Educación primaria.

Los objetivos de este proyecto se centran en formar al alumnado en recursos de Realidad aumentada para facilitar el diseño, puesta en práctica y análisis de recursos didácticos que interconecte el aula con el entorno y su contexto socioambiental, así como generar actitudes positivas ante tecnologías emergentes como la Realidad aumentada como recursos didácticos favorecedores de entornos mixtos y amplificados para la enseñanza y aprendizaje de contenidos de ciencia en la etapa de educación primaria.

El proyecto está formado por cuatro fases: a) fase de formación mediante un taller de Realidad aumentada, b) fase de diseño de recursos didácticos, c) desarrollo del recurso didáctico y e) evaluación del recurso didáctico.

a) Taller de formación de Realidad aumentada.

Los estudiantes recibieron un taller de formación sobre la Realidad aumentada y su aplicación para el diseño de recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias y el trabajo con problemas socioambientales. Los estudiantes profundizaron sobre los programas de acceso gratuito Layar, Hp Reveal, Aurasma y Código QR.

Layar: aplicación móvil para escanear aquellos elementos (objetos, imágenes, páginas de libros) que hayan sido aumentados empleando la aplicación web Layar Creator.

Hp Reveal: es una plataforma web con la cual se puede proyectar y crear recursos de Realidad aumentada que permiten potenciar los contenidos estáticos impresos, generando interactividad y dinamismo.

Aurasma: es una aplicación de móvil multiplataforma, ya que está disponible para iOs (iPhone, iPad), Android y como aplicación web (Aurasma Studio). Esta nos permite crear de forma sencilla y rápida escenarios de RA a partir de cualquier elemento de nuestro entorno o marcador/tracker. La aplicación nos ofrece una amplia galería con objetos tridimensionales animados, aunque podemos añadir nuestras propias fotografías, vídeos y modelos tridimensionales que constituirán aquellos elementos adicionales que enriquecerán el contexto real sobre el que hemos creado el escenario de Realidad aumentada.

Código QR: es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. La matriz se lee en el dispositivo móvil por un lector específico (lector de QR) y de forma inmediata nos lleva a una aplicación en internet que puede ser un mapa de localización, un correo electrónico, una página web o un perfil en una red social.

b) Diseño de recursos didácticos.

En esta fase los estudiantes aplicaron la Realidad aumentada en el diseño de un cuaderno de campo en el que se incluyen actividades de Realidad aumentada para acompañar una investigación sobre el Parque Natural de Doñana.

La estructura del cuaderno de campo diseñado para trabajar con alumnado de 3º ciclo de primaria está organi-

zada en tres bloques: bloque 1: preparamos la visita, bloque 2: investigando en el espacio y bloque 3: reflexionamos sobre la visita. Cada bloque está formado por preguntas atendiendo al siguiente mapa:

Figura 1. Mapa de preguntas Investigando Doñana

Asociada a cada pregunta de investigación los estudiantes elaboraron fichas de actividades en las que incorporaron la Realidad aumentada.

Ejemplo de actividad con Realidad aumentada:

c) Desarrollo del Cuaderno de campo con Realidad aumentada.

Los estudiantes llevaron a cabo las actividades del cuaderno de campo para probar la validez de su propio diseño. Las actividades se realizaron en varias sesiones atendiendo a los bloques. Las del primer bloque de preparación de la visita se realizaron en el aula. Las actividades del segundo bloque, investigando en el espacio, se pusieron en práctica durante una salida al Parque Natural de Doñana. Las actividades del bloque tres, reflexionamos sobre la visita, se realizaron tras la visita en un parque junto a la Facultad ya que requerían de espacio.

d) Evaluación del Cuaderno de campo con Realidad aumentada.

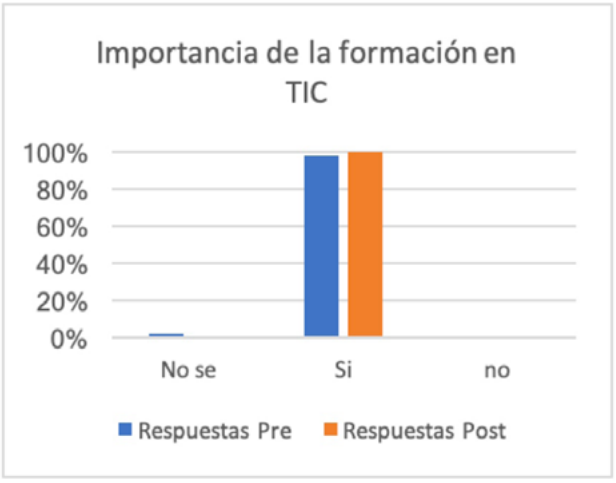
Los estudiantes realizaron una sesión de evaluación de las actividades diseñadas y llevadas a cabo con Realidad aumentada en la que realizaron propuestas de mejora tras su ejecución, obteniendo una segunda versión de cuaderno de campo mejorada.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Presentamos la evaluación de las percepciones declarativas de los estudiantes sobre la Realidad aumentada. Para ello hemos realizado un cuestionario previo a la propuesta formativa y otro posterior una vez finalizado el proyecto con el fin de conocer las ideas iniciales de los estudiantes y su cambio tras su participación en este

proyecto formativo. En los cuestionarios han participado 55 estudiantes de la asignatura de Didáctica de las ciencias del Grado de Educación primaria, 15 de sexo masculino y 40 de sexo femenino, con edades comprendidas entre 19-23 años.

A continuación mostramos los resultados más significativos en los que queda de manifiesto el logro de los objetivos propuestos en este proyecto formativo, orientados hacia el conocimiento de la Realidad aumentada como tecnología emergente y sus posibilidades educativas, como recurso para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias así como el desarrollo de tecnologías desde un punto de vista didáctico para el abordaje de los contenidos en educación primaria. En relación a la importancia que le dan a las TIC, los estudiantes las valoran positivamente antes y después de su participación en el proyecto (ver fig.2).



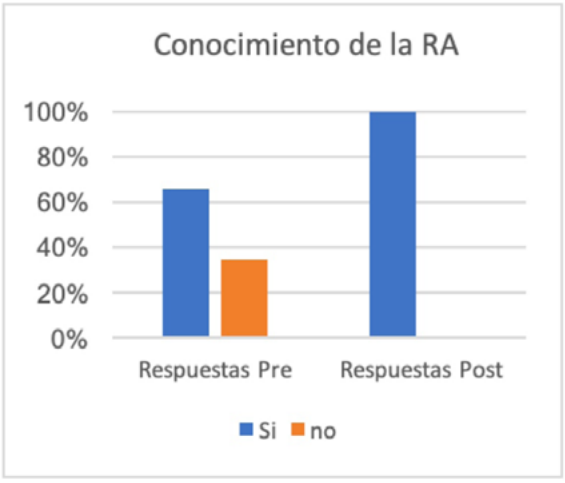
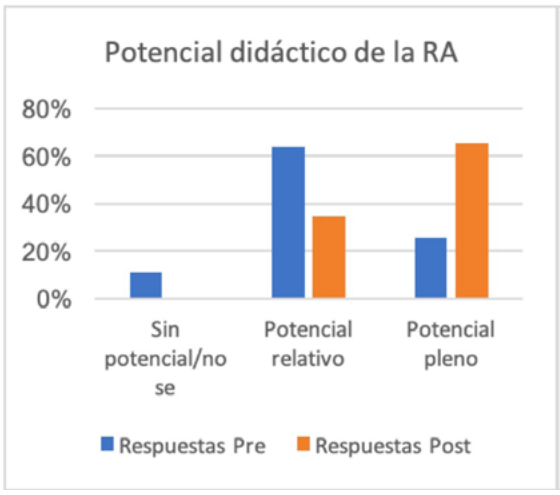


Figura 2 Importancia de la formación en TIC

Figura 3 Conocimiento sobre RA

En cuanto a su conocimiento sobre la Realidad aumentada los estudiantes previamente al proyecto manifiestan un 35% que no saben qué es. Tras la realización del proyecto el 100% conocen la herramienta (fig. 3).



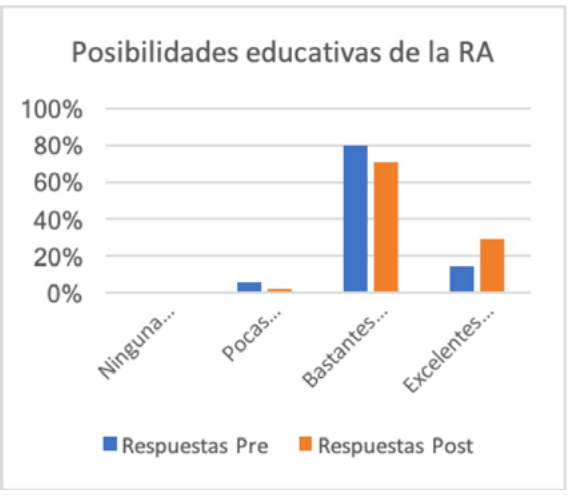


Figura 4 Potencial didáctico de la RA

Figura 5 Posibilidades educativas de la RA

En la figura 4 se observa que se produce un cambio significativo en la opinión de los estudiantes respecto a la potencialidad didáctica de la RA, teniendo una mayor presencia de potencial relativo antes del proyecto. Después de su participación en el proyecto aumenta significativamente la opinión de los estudiantes (65%) que

encuentran un potencial pleno a la Realidad aumentada. Los trabajos de Fombona, Pascual-Sevillana y González-Videgaray (2017) recogen cómo la RA supone un potencial atractivo para los estudiantes fomentando la motivación cuando aprenden y cómo esto repercute de forma beneficiosa en el aprendizaje de las ciencias.

En la figura 5 los estudiantes tienen percepciones positivas respecto a las posibilidades educativas que puede ofrecer la Realidad aumentada en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Como se muestra en el gráfico los datos nos indican que tras la realización del proyecto aumenta el número de estudiantes que califican la RA con excelentes posibilidades educativas. Estas percepciones positivas se viene reflejando en anteriores estudios como los de Chen, Liu, Cheng y Huang (2017) que plantean cómo la RA mejora la motivación y el rendimiento del aprendizaje provocando un compromiso más profundo en los estudiantes y una actitud positiva en la efectividad del uso de RA.

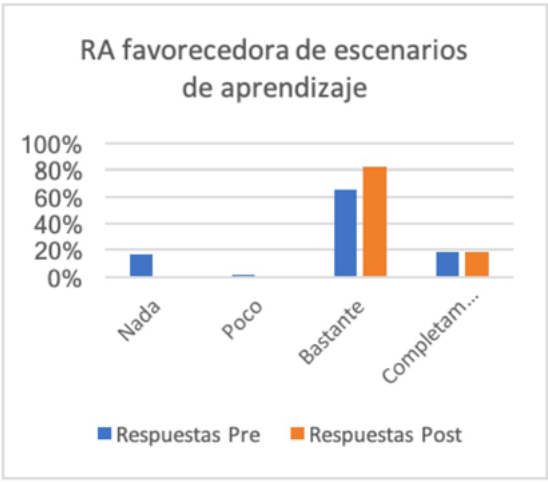


Figura 6 RA favorecedora de aprendizaje

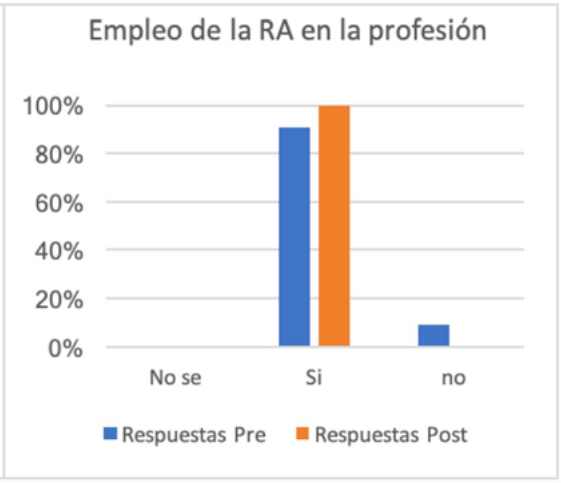


Figura 7 Empleo de la RA en la profesión

En relación al grado en que la Realidad aumentada favorece escenarios de aprendizaje (fig. 6) los estudiantes muestran ideas positivas previamente al proyecto, habiendo algunos cambios tras su participación desde los niveles más negativos hacia niveles más positivos. Los estudios de Fombona, Pascual y Madeira (2012) recogen cómo la RA puede ayudar a completar y comprender mejor los contenidos de aprendizaje y Yılmaz y Batdı (2016) plantea que la RA hace más atractivos los espacios de aprendizaje. En esta línea Prendes (2015) propone escenarios de aprendizaje desde el enfoque «aprender haciendo» conocido como aprendizaje activo y «aprender jugando».

En relación al empleo de la RA en la profesión previamente los estudiantes mostraban ideas positivas, aunque como se observa en la figura 7 tras su participación el proyecto ha habido cambios de aquellos que pensaban que no emplearían la RA en su profesión.

Como última observación sobre los resultados queremos destacar la diversidad de ventajas de la Realidad aumentada en el ámbito del e-learning. Como plantea Leiva y Moreno (2015) en estos contextos de aprendizaje aumentados se espera una mayor motivación por parte de los estudiantes en los procesos de aprendizaje al tratarse de actividades más interactivas, flexibles, dinámicas y versátiles en el que los estudiantes pueden experimentar y manipular diversas situaciones.

CONCLUSIONES

La evaluación de este proyecto de innovación docente nos permite constatar cómo tanto las sesiones formativas así como el diseño, desarrollo y evaluación de recursos didácticos en el que se incorpora la Realidad

aumentada, han contribuido positivamente a la percepción que tienen los estudiantes para la incorporación de esta herramienta desde un punto de vista didáctico.

Otro aspecto importante a destacar en este proyecto es el "aprender haciendo y evaluando lo que se ha hecho para mejorarlo". Señalamos el hecho de que los estudiantes hayan tenido que enfrentarse no sólo al diseño de un cuaderno de campo en el que tenían que incorporar actividades de Realidad aumentada, sino que han tenido que poner en práctica las actividades diseñadas y su evaluación de forma constructiva para la mejora de las mismas. Esta secuencia provoca que el aprendizaje y su percepción de esta herramienta hayan sido positivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bongiovani, P. (2013). Realidad aumentada en la escuela: Tecnología, experiencias e ideas. Educ@conTIC. Recuperado de http://www.educacontic.es/blog/realidad

Adell, J. y Castañeda, L. (2013). El ecosistema pedagógico de los PLEs. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.). Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red. Alcoy: Marfil. Recuperado de: http://www.um.es/ple/libro

Beishuizen, J., Carneiro, R. y Steffens, K. (eds ted Learning in Technology Enhanced Learning Environments: Individual Learnin of Learners. Proceedings of the KALEIDOSCOPE-TACONET Conference, Amste teit, Amsterdam. Aachen: Shaker Verlag.

Chatti, M. A. (2013). The LaaN Theory. En S s y R. Kop (Eds.), Personal learning environments, networks, and knowledge. Recu hamedaminechatti.blogspot.com/2013/01/the-laan-theory.html

Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. In Innovations in smart learning (pp. 13-18). Springer, Singapore.

Cormier, D. (2008). Rhizomatic Education: Community as Curriculum. *Innovate: Journal of Online Education Volume 4*, Number 5. Recuperado de: https://www.learntechlib.org/p/104239

Corneli, J. (2012) Paragogical Praxis, E-Learning and Digital Media, 9(3), 267-272. Recuperado de: https://doi.org/10.2304/elea.2012.9.3.267

De la Horra Villacé, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC, 6(1)*, 9-22. Recuperado de: https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5762

De Pedro, J. y Martínez, C.L. (2012). Realidad aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*. 7(2). Recuperado de: https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20Sistemas/35.pdf

Del Moral, M.E. (2009). La escuela digital. En Exposición: La escuela y la formación de maestros en Asturias. Oviedo, Universidad de Oviedo.

Di Serio, Á., Ibánez, M. B., y Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. DOI: http://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002

Estebanell, M., Ferrés Font, J., Cornellà Canals, P. y Codina Regàs, D. (2012): Realidad aumentada y códigos QR en Educación. En J. Hernández Ortega, M. Pennesi Fruscio, D. Sobrino López y A. Vázquez Gutiérrez (Coords.), Tendencias emergentes en Educación con TIC. Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología. Recuperado de: https://ciberespiral.org//tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf

ISBN: 978-84-09-2

Fombona, J., Pascual, M. J., y Madeira, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. Píxel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.

Fombona, J., Pascual-Sevillana, Á., y González-Videgaray, M. (2017). M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository. *Comunicar*, *25*(52), 63–72.

Hase, S. y Kenyon, C. (2007). Heutagogy: A child of complexity theory. *Complicity: An International Journal of Complexity and Education*, 4(1), 111–118. DOI: https://doi.org/10.29173/cmplct8766

Henao, A., Bolívar, G., Gómez, C., Restrepo, S., Velásquez, C., y Gómez, L. (2018). Aplicaciones de Realidad Aumentada en educación para mejorar los procesos de enseñanza–aprendizaje: una revisión sistemática. *Espacios*, 39(49), 3-17

LEIVA, J.J. y MORENO, N. M. (2015). Tecnologías de geolocalización y Realidad aumentada en contextos educativos: Experiencias y Herramientas didácticas. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, 31. Recuperado de: http://dim.pangea.org/revistaDIM31/revista31ARgeolocalizacion.htm

Moreno Martínez, N. M., y Leiva Olivencia, J. J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la Realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *Edmetic*, 6(1), 81-104. DOI: https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5809

Mejias, U. (2005). Re-approaching nearness: Online communication and its place in Praxis. First Monday, 10(3). DOI: https://doi.org/10.5210/fm.v10i3.1213

Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y Educación: análisis de experiencias prácticas, en PixelBit. *Revista de Medios y Educación*, 46(1), 187-203. Recuperado de: http://hdl.handle.net/11441/45413

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10. Recuperado de: http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm.

Yılmaz, Z. A., & Batdı, V. (2016). A Meta-Analytic and Thematic Comparative Analysis of the Integration of Augmented Reality Applications into Education. *Education and Science*, 41(188),273–289.

Wheeler, S (2012). Theories for the Digital Age: Connectivism. Personal Technologies in Education: Issues, Theories and Debates. Plymouth.

CF.02 “Expliquem l’Albufera”: transformar una salida de campo en un proyecto interdisciplinar

Dr. Enric Ortega-Torres[1], Vicent Moncholí Pons[2]

[1] Unidad de educación. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Florida Universitària; [2]Florida Secundària. E-mail: eortega@florida-uni.es

RESUMEN

Mediante la reflexión didáctica colaborativa y continuada se transforma una salida de campo tradicional en un nuevo proyecto de trabajo que se desarrolla a lo largo de un trimestre completo. En la comunicación se describe el proceso de trabajo llevado a cabo por un equipo de docentes de secundaria con el objetivo de cambiar la metodología de trabajo en el aula mediante el diseño y aplicación de una secuencia de aprendizaje definida a partir del aprendizaje basado en retos que integre de manera interdisciplinar los contenidos de biología y geografía en 2º de ESO. Los resultados muestran la nueva secuencia de actividades creada, la percepción de los estudiantes y los beneficios en la implicación de la nueva secuencia. La conclusión pone de manifiesto el potencial transformador del trabajo en equipo del cuerpo docente.

Palabras clave: ABP; Secundaria; Salidas, Co-Docencia; Interdisciplinariedad

INTRODUCCIÓN

La reflexión sobre la práctica docente es una acción cotidiana que la profesión requiere con el fin de planificar mejoras continuas que pueden integrarse en las actuaciones de aula (Zavala, 2006). Si esta reflexión puede

llevarse a cabo en equipo su potencial transformador crece sustancialmente. Facilitar que un equipo de docentes pueda definir desde la propia reflexión el conjunto de cambios que van a estructurar una actuación didáctica es una de las recomendaciones antiguas que forman parte de las prácticas de co-docencia descritas por Cook y Friend (1995) entre otros. Entendemos por práctica de co-docencia los modos de enseñanza cooperativa desarrollados por dos o más docentes como definen Beamish, Bryer y Davies (2006). En este sentido la actuación que se describe enmarca la co-enseñanza en la fase de coordinación, consenso de objetivos, y ejecución en paralelo en diferentes grupos de la misma secuencia didáctica. Aspectos vertebradores de la co-docencia según autores como Chanmugam y Gerlach (2013) o Conderman y Hedin (2012).

A partir de una reflexión compartida por un equipo de cuatro docentes de secundaria, dos de ciencias naturales y otros dos de ciencias sociales, estructurada a partir de reuniones de 1h integradas en el horario de todos ellos fue como se ideó, planificó y ejecutó la primera edición del proyecto "Expliquem l'Albufera" que a día de hoy ya cuenta con seis ediciones de éxito.

El nexo que facilitaba la intersección entre los requisitos del currículo de Biología y Geografía e Historia para el diseño del nuevo proyecto se basó en la mirada CTSA y el aprendizaje fuera del aula como elementos clave (Cantó, Hurtado y Vilches, 2013).

SECUENCIA DIDÁCTICA

A partir de las dificultades para generar interés en el alumnado de secundaria para el aprendizaje de las ciencias se estableció como prioritario plantear actuaciones que involucrasen al alumnado en actividades que promovieran una indagación real dentro y fuera del aula de ciencias (Britner y Pajares, 2006). Además, se inició la transformación buscando sostener la práctica sobre el aprendizaje social que promueve el trabajo colaborativo siguiendo las sugerencias planteadas por Schunk y Pajares (2002) para el aprendizaje de las ciencias. El resultado de la secuencia didáctica diseñada se estructuró siguiendo las bases de la metodología de Aprendizaje Basado en Retos. Partiendo de la idea fundamental que comparten todas las versiones que secuencian el conjunto de actividades que configura un proyecto: aprendizaje vinculado a un propósito (Domènech-Casal, 2019) que promueve una participación activa del alumnado a través de la necesidad de uso de habilidades cognitivas de nivel alto (HOTS) para alcanzar mayor profundidad en el aprendizaje (Trujillo, 2016). La secuencia ocupaba el segundo trimestre del curso (10 semanas/40 sesiones) y quedaba estructurada siguiendo la siguiente cronología de sesiones:

Disparador del proyecto: visita de los representantes (delegados y tutores) de los grupos de 3º de primaria de los centros de primaria del municipio para solicitar ayuda al alumnado de 2º de ESO con el fin de estudiar La Albufera.

Inicio del trabajo en grupos base: A partir de la configuración de los grupos de trabajo (grupos heterogéneos propuestos por el equipo de tutores) el equipo de docentes diseña un dossier de investigación cooperativo para conocer los cimientos temáticos del proyecto desde las disciplinas implicadas. Las actividades que integran el dossier se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Actividades que componen el dossier de investigación y sus objetivos didácticos

ACTIVIDAD	OBJETIVOS DIDÁCTICOS
Espacios naturales en Europa	Conocer el significado de Espacio Natural Conocer ejemplos de Espacios Naturales en Europa
Parque natural... Protegido?	Estudiar la evolución histórica de La Albufera Investigar las necesidades de protección del parque Natural de la Albufera
El territorio protegido	Comparar las dimensiones de los diferentes espacios protegidos en la Comunidad Valenciana
Poema: ruta gastronómica	Comprender el texto de un poema sobre La Albufera Mostrar relación entre literatura y entorno geográfico
Laguna, Marjal, Albufera. ¿Qué sabes?	Diferenciar conceptos geográficos
Flora y Fauna de la Albufera de Valencia	Conocer la flora y fauna característica de la Albufera Promover interés por la diversidad del parque natural
"Piratas de la Marjal"	Comprensión e interpretación de un relato sobre la Albufera Valorar las conexiones literarias con el entorno natural
Qué es un centro de interpretación	Investigar acerca de Centros de Interpretación

Trabajo en grupos de expertos. Siguiendo la técnica cooperativa del Puzle de Aronson a cada uno de los alumnos pertenecientes al grupo base inicial se le asigna un rol diferente para que formen cinco grupos de expertos según sus afinidades e intereses. En este momento del proyecto se realizan tareas específicas del rol de experto escogido. La descripción de la tipología de actividades de cada rol se expone en la tabla 2.

Tabla 2: Tipología de actividades según el grupo de expertos.

GRUPO DE EXPERTOS	OBJETIVOS DE LA TIPOLOGÍA DE ACTIVIDADES
Cañas y Barro	Investigar sobre la Flora característica del parque natural. Espacial atención a la paja del arroz y sus usos.
Samarucs	Investigar la Fauna característica del parque natural.
Agua	Investigar las tradiciones de pesca del parque natural
Tierra	Investigar la evolución del parque en cuanto a sus dimensiones y las dificultades de sostenibilidad del entorno
Tourist-Info	Conocer las actividades culturales que se realizan en el parque natural

Dentro de esta fase, además de las actividades propias de cada grupo de expertos, se invita a profesionales externos conocedores del parque natural (biólogos, agricultores, restauradores...) al centro para que realicen encuentros con los diferentes grupos de expertos para propiciar el interés y mostrar referentes cercanos que se vinculen al rol asignado (Zimmerman, 2000).

Salida al Parque Natural de la Albufera En este momento es cuando se organiza un itinerario didáctico para visitar in situ el parque natural. La salida de campo que ya se realizaba se transforma y adapta a la secuencia didáctica diseñada para el proyecto. En esta ocasión el alumnado realiza una modalidad de salida diferente

según el grupo de expertos en el que esté trabajando, cada uno hace una ruta y unas actividades diferentes resumidas en la tabla 3.

Tabla 3: Tipología de actividades según el grupo de expertos.

Cañas y Barro	Ruta por la "Devesa". Identificación de flora.
Samarucs	Visita a la piscifactoría y avistamiento de aves
Agua	Visita a la lonja de pesadores y a la Comunidad de Pescadores de El Palmar.
Tierra	Itinerario centrado en construcciones, paisaje y riego y cultivo del Arroz. Explicación y visita al "tancat de la Pipa" a pie del campo.
Tourist-Info	Encuentro con profesionales que organizan actividades dentro del parque. Restauración (Restaurante Casa Pepe) y Empresa Visit Albufera, atención al visitante, paseos en barca, alquiler de bicicletas,...

Para finalizar la salida, con un objetivo más lúdico se reúnen de nuevo todos los grupos y se realiza un paseo en barca por La Albufera con un guía local.

Speed Dating entre expertos tras la salida de campo realizada al parque natural se organiza una dinámica en el aula para propiciar el cruce de aprendizajes generado a través de las diferentes modalidades de expertos. La dinámica consiste en estructurar las 2h de sesión de proyecto de modo que cada alumno debe encontrar al menos dos alumnos de cada grupo de expertos diferentes al propio y realizar una entrevista recíproca. Se ha diseñado previamente una hoja de recogida de información para que cada estudiante pueda ordenar toda la información compartida. Cada 15 minutos debe cambiarse de 'pareja' y realizar una nueva entrevista.

Preparación del centro de interpretación El alumnado vuelve a la configuración inicial de grupos base y cada experto explica al resto de compañeros en qué ha consistido su trabajo. En este momento se inicia la planificación del producto final del proyecto. El objetivo es preparar un producto expositivo (mural, poster, tríptico, video, experimentos, juegos) que se complemente con el resto de grupos y forme parte del centro de interpretación de La Albufera. En este proceso de diseño el alumnado de 2º de ESO debe tener en cuenta que el centro de interpretación va dirigido al alumnado de 3º de primaria, por lo tanto, debe adaptarse a su realidad.

En esta etapa del proyecto se realizan sesiones de intercambio de información entre grupos para que todo el alumnado sea consciente del conjunto de productos que van a formar el centro de interpretación y para que se aporten feed-back unos a otros con el fin de mejorar la calidad final de los productos expositivos.

El centro de interpretación formado ocupa diferentes espacios del centro educativo:

> *Laboratorio de ciencias*: para aportar una mirada científico-experimental de la Albufera en el laboratorio se estudia el estado del agua, curiosidades sobre el tipo de arroz y el almidón que cada variedad contiene. Además de otros experimentos sobre el suelo y la vegetación.
>
> *Exposición principal:* ocupa el hall principal del centro y mediante paneles explicativos y un recorrido didáctico se explica la fauna existente en la Albufera, la flora de la misma, así como también la interacción humana y como afecta ésta a los seres vivos.
>
> *Jardín de paja*: situado en la entrada principal del centro en el patio se ha elaborado un pequeño jardín-laberinto con balas de paja de arroz. El alumnado conoce la problemática de la quema de la paja del arroz y otras posibilidades de uso.

Inauguración del centro y visitas. Una vez finalizado el montaje del centro se invita a los diferentes centros de primaria para que puedan realizar sus visitas guiadas. Cada grupo base se convierte en un equipo guía de los

grupos clase de 3º de primaria y a lo largo de cada visita explica el contenido de la exposición y responde a las preguntas planteadas. Las visitas finalizan el día de la reunión de final de trimestre con las familias, a lo largo de esa tarde el alumnado también ejerce de guía para explicar el centro de interpretación a las familias.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto se establece desde el inicio como un instrumento de mejora del proceso de aprendizaje siguiendo los principios de la evaluación formadora definidos por Neus Sanmartí (2010) y con el objetivo de evaluar la propia práctica docente en función del aprendizaje del alumnado (Hernández, 2018). Se establecen momentos de recapitulación y de feed-back entre alumnos y por parte de los docentes con el fin de retroalimentar de un modo constructivo el proceso de aprendizaje que sigue cada alumno (Wiggins, 2012) tratando de asegurar que en cada etapa del proyecto sea posible situarse dentro del itinerario completo. Con este fin se establecen rúbricas de co-evaluación para los productos expositivos que se evalúan de modo cruzado entre los diferentes grupos de expertos. También se evalúa el dossier de investigación y el dossier de experimentación del grupo de expertos con una rúbrica de autoevaluación revisada posteriormente por el equipo docente. El documento para recoger la información de la dinámica "speed-dating" es un entregable individual que sirve como un instrumento más de evaluación. También se tiene en consideración para la evaluación la participación como guías de la exposición. Todos estos instrumentos tienen un peso específico para la calificación del alumnado en el proyecto asegurando la presencia de instrumentos de carácter individual y grupal. Las asignaturas involucradas en el proyecto: Biología y Geografía asignan un peso específico a la calificación del proyecto dentro de los instrumentos de calificación de la propia asignatura para cada alumno.

Tabla 4: Instrumentos de calificación y momentos de evaluación.

INSTRUMENTO CALIFICACIÓN*	MODALIDAD	MOMENTO DE EVALUACIÓN
IG1	Dossier investigación grupal Autoevaluación con rúbrica revisada por la/el docente	Al final de la fase de trabajo en grupos base
II2	Dossier experimentación expertos Autoevaluación con rúbrica revisada por la/el docente	Al final de la fase de expertos
II3	Entregable resultado del speed-dating Evaluación por parte del-a docente	Después de la dinámica de speed-dating
IG4	Productos expositivos Co-evaluación ente grupos	Tras el montaje definitivo del centro de interpretación
II5	Guía de exposición Evaluación por parte del-a docente	Tras la visita de los centros de primaria

**II- Instrumento individual - IG-Instrumento grupal*

RESULTADOS

Podemos diferenciar distintos tipos de resultados relacionados con la realización del proyecto expuesto:

- Respecto al cambio de metodología: se ha realizado la programación de 4h semanales de todo un trimestre para 2º de ESO en Ciencias Naturales y Sociales a partir de una secuencia de actividades basada en los fundamentos del aprendizaje basado en retos.

- Respecto a la reflexión y trabajo en equipo del profesorado implicado: se ha creado un equipo estable de cuatro docentes que han diseñado, ejecutado y evaluado una secuencia didáctica en equipo.
- Respecto al alumnado: se diseñó una encuesta exprofeso para conocer la percepción del alumnado sobre el cambio producido. La encuesta se pasó a los tres grupos de 2º de ESO (96 alumnos) al finalizar el proyecto y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: Resultados de las encuestas pasadas al alumnado participante.

El 61,3% de los alumnos considera que ha trabajado todo lo que podía en el proyecto	El 19% del alumnado considera que podría haber trabajado más
El 34% de los alumnos considera que han sido los compañeros de grupo quienes más les han ayudado	El 31% del alumnado considera que quien más le ha ayudado ha sido el docente
La parte del proyecto que más ha gustado al alumnado ha sido: 62,7% la salida a la Albufera; el 16,2% el trabajo en rol de expertos; el 12,8% el trabajo de investigación en grupos base; 10,5% la sesión del Speed-Dating	

CONCLUSIONES

Retomando los objetivos que propiciaron la transformación de la 'tradicional' salida de campo en un proyecto interdisciplinar que integrase el currículo de Biología y Geografía e Historia de 2º de ESO, podemos constatar que dicha transformación fue llevada a cabo gracias a la coordinación y trabajo en equipo de los docentes participantes. Es necesario destacar en este proceso la importancia de conocer las valoraciones previas sobre el trabajo desarrollado en las asignaturas implicadas para facilitar un impulso hacia el cambio a partir de actuaciones previas de éxito, en este caso la salida 'tradicional'. Si la transformación parte de una actuación valorada en positivo por parte del-la docente que la ejecuta, ésta puede convertirse en la palanca que transmita la fuerza para generar un cambio más significativo.

Cabe poner en valor también la importancia del trabajo colaborativo del profesorado. Esta modalidad de co-docencia ha generado un proceso de retroalimentación constante para el profesorado implicado, al compartir su experiencia y conocimientos durante el desarrollo de las clases diseñadas conjuntamente, siguiendo la línea de investigación de Rodríguez (2014).

Este hecho que pone de manifiesto la relevancia de hacer posible la reflexión conjunta sobre la acción docente y de integrar diversas visiones al proceso de diseño y ejecución de una intervención didáctica. El co-diseño de las secuencias didácticas conlleva un beneficio compartido para todo el equipo de docentes participantes en esta co-creación. Además, mejora en la calidad de la intervención didáctica y, por tanto, favorece el aprendizaje del alumnado.

La previsión de integrar en el horario de los docentes implicados un espacio para el encuentro programado para el curso completo es un elemento facilitador que permite generar sinergias de un modo estructurado. La reflexión didáctica compartida no puede realizarse como un extra añadido al quehacer diario del cuerpo docente, sino en momentos específicos reservados paraello. Éste hábito fomenta la colaboración, potencia la calidad de las actuaciones didácticas y propicia sinergia para la co-docencia.

Los resultados en cuanto a la percepción de los estudiantes sobre transformación realizada van en la línea de lo que proponen las investigaciones sobre las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de secundaria (Pérez, De Pro & Ato, 2005; Sturman, 2008) y son una evidencia que pone de manifiesto la necesidad de poner en práctica este tipo de planteamientos didácticos en el campo de la enseñanza de las ciencias (Osborne y Dillon, 2008). Además, esta valoración en positivo por parte del alumnado supone una buena predisposición, a priori, hacia nuevas actuaciones de estructura semejante produciendo un efecto facilitador para que se produzcan

nuevos intentos.

Uno de los factores que dificultan los cambios en la metodología de trabajo en el aula suele ser la consideración de la necesidad de una mayor formación previa que asegure el éxito (Monereo, 2010), esta formación es necesaria, pero para conocer si un cambio está bien planteado es necesario ponerlo en práctica, evaluarlo y reflexionar sobre ello conjuntamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beamish, W., Bryer, F., & Davies, M. (2006). Teacher Reflections on Co-Teaching a Unit of Work. International Journal of Whole Schooling, 2(2), 3-19. https://eric.ed.gov/?id=EJ847468

Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self□efficacy beliefs of middle school students. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 43(5), 485-499. https://doi.org/10.1002/tea.20131

Cantó, J., Hurtado, A. y Vilches, A. (2013). Educación científica más allá del aula. Una herramienta para la formación del profesorado en sostenibilidad. Alambique, 74, 76-82. http://roderic.uv.es/handle/10550/59749

Chanmugam, A., & Gerlach, B. (2013). A Co-Teaching Model for Developing Future Educators' Teaching Effectiveness. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 25(1), 110-117. https://eric.ed.gov/?id=EJ1016491

Conderman, G., & Hedin, L. (2012). Purposeful assessment practices for co-teachers. Teaching Exceptional Children, 44(4), 18-27 https://doi.org/10.1177%2F004005991204400402

Cook, L., & Friend, M. (1995). Co-teaching: Guidelines for creating effective practices. Focus on exceptional children, 28. https://pdfs.semanticscholar.org/31ca/3592c18acdd238ce488cd7184017b904b646.pdf

Domènech-Casal, J. D. (2019). Aprenentatge basat en projectes, treballs pràctics i controvèrsies: 28 propostes i reflexions per ensenyar ciències. Rosa Sensat.

Rodríguez, M. I. H. (2018). Com a docents de ciències, avaluem la nostra pràctica?. Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària, (36), 20-29.

Monereo Font, C. (2010). ¡ Saquen el libro de texto! Resistencia, obstáculos y alternativas en la formación de los docentes para el cambio educativo. http://hdl.handle.net/123456789/1196

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation. http://efepereth.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf

Pérez, A.; De Pro, A. y Ato, M. (2005). Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos. Madrid: FECYT.

Rodríguez, F. (2014). "La co-enseñanza una estrategia para el mejoramiento educativo y la inclusion". Revista Latinoamericana de inclusión educativa, Vol. 8 (2), pp. 219-233.

Sanmartí, N. (2010). Avaluar per aprendre. L'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències. Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. Direcció General de l'Educació Básica i el Batxillerat. http://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/_media/cursos/escola_inclusiva/dpae/modul_3/avaluar_per_aprendre.pdf

Schunk, D. H., & Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. In Development of achievement motivation (pp. 15-31). Academic Press.

Sturman, L. (2008). Maths, science and gender: messages from TIMSS. Practical Research for Education, 40, pp. 68-75.

Trujillo, F. (2016). ABP: Aprendizaje Basado en Proyectos (Secundaria y Bachillerato). Curso online de formación del profesorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte/Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado.

Wiggins, G. (2012). Seven keys to effective feedback. Feedback, 70(1), 10-16. http://csl.sd79.bc.ca/wp-content/uploads/sites/148/2018/11/Seven-Keys-to-Effective-Feedback-Educational-Leadership.pdf

Zavala, V. A. (2006). La práctica educativa. Como enseñar. Ed. GRAÓ. México. Cap, 3, 53-90.

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In Handbook of self-regulation (pp. 13-39). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7

CF.03 Aprendiendo a enseñar electricidad

Esther Cascarosa, Carlos Rodríguez-Casals, Ana de Echave, Francisco J. Serón

Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad de Zaragoza

RESUMEN

El modelo de electricidad es complejo para los alumnos de Educación Primaria, incluso muchas veces para los maestros que deben trabajar este concepto en clase. Además del conocimiento del maestro, la manera de trabajarlo influye directamente en el modelo mental adquirido por el alumno. Por eso, el objetivo final de este trabajo es analizar el último escalón de la transposición didáctica del concepto de electricidad, es decir, cómo trabajan futuros maestros (en nuestro caso estudiantes del Grado de Magisterio de Educación Primaria) la electricidad con alumnos de Primaria. Los futuros maestros, tras formarse en el tema a lo largo de la asignatura de Didáctica del medio físico y químico deben trabajarlo con alumnos del 5º curso de Primaria. Se recogen grabaciones de audio y anotaciones de los cuadernos de los futuros maestros y los resultados permiten concluir que los alumnos mayoritariamente utilizan la memoria a la hora de transmitir los conceptos y se muestran poco conscientes de su papel en la transposición.

Palabras clave: electricidad, circuito eléctrico, transposición, Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

La energía en general y la electricidad en particular son contenidos esenciales de las Ciencias en Educación Primaria (EP) (López-Valentín, Guerra-Ramos y Pulido-Córdoba, 2013). Esto no quita para que la comprensión de la electricidad sea difícil para los alumnos, dada la complejidad del fenómeno físico. Por eso, varios autores han centrado sus trabajos en investigar secuencias didácticas que permitan elaborar un modelo de conducción basado en la carga eléctrica, para intentar evitar una ruptura entre la electrostática y la corriente eléctrica, así se facilita la consecución de la idea de corriente continua a partir de la electrostática, poniendo

el enfoque en trabajar la parte microscópica del fenómeno (Martínez Torregrosa, Rosa Cintas, Limiñana Morcillo, Menargues Marcilla, Nicolás Castellano y Savall-Alemany, 2018).

Por otro lado, el contexto de nuestro estudio, la asignatura de Didáctica del medio físico y químico del Grado en Magisterio en Educación Primaria (MEP), permite integrar la enseñanza de la electricidad, con otras materias como la Educación visual y plástica. Fruto de la colaboración entre las dos asignaturas, los estudiantes de MEP han construido proyectos basados en el concepto de corriente eléctrica. El objetivo de este trabajo ha sido analizar cómo, nuestros alumnos de Magisterio de Educación Primaria, transponen los contenidos trabajados en clase sobre la electricidad cuando actúan como maestros delante de alumnos de EP, utilizando esos proyectos como medio conductor del discurso. Se potencia, además, el desarrollo de actividades prácticas para el trabajo de un contenido específico, ya que muchas veces los maestros se enfrentan a la dificultad de diseñar experiencias y llevarlas a cabo de manera práctica (de Echave Sanz, Ferrrer Bueno y Morales, Lamuela, 2011).

MARCO TEÓRICO

McDermott and Shaffer (1992) demostraron que, en relación al tópico de la electricidad, los alumnos presentan tres tipos de dificultades principalmente: dificultades para aplicar en un circuito conceptos formales, dificultades para usar e interpretar representaciones de circuitos y dificultades para razonar sobre el comportamiento de los elementos de un circuito. La electricidad no se ve, solo se perciben sus efectos. Muchas de estas dificultades parecen ser debidas precisamente a eso, a una interpretación errónea de la corriente eléctrica basada en la imposibilidad de percibir la corriente, solo sus efectos (Shaffer and McDermott, 1992).

En relación a esto mismo, autores como Martínez Torregrosa et al. (2018) señalan que, en general el paso de la electrostática a la corriente eléctrica se hace sin formalizar un modelo causal que permita al alumno aclarar las preguntas que le pueden surgir, tales como: ¿cómo puede ser que una bombilla no se gaste y siempre de luz, mientras que una pila sí que se gasta? Estos autores plantean una serie de actividades donde los alumnos son capaces de ir comprobando sus propias hipótesis, lo que facilita la comprensión del fenómeno físico. En nuestro caso, los alumnos destinatarios son de EP, por lo que, a pesar de compartir el objetivo de los autores mencionados, hemos planteado y desarrollado experiencias más sencillas orientadas a nuestro alumnado. Existen varias publicaciones en los últimos años (Guisasola, 2018; López-Gay, Jiménez Liso, Martínez Chico, Giménez Caminero, 2018; Zuza, 2018) que muestran actividades diseñadas para trabajar distintas partes de la electricidad, pero estas se centran en ESO y/o Bachillerato. Para el desarrollo de nuestro proyecto hemos atendido a partes de esas actividades, pero adaptando lo necesario ya que el foco, en nuestro caso, está en la Educación Primaria. Lo que sí se ha demostrado imprescindible es el desarrollo de actividades "hands-on", es decir, experiencias donde los propios alumnos puedan manipular, probar a conectar y desconectar y ver qué pasa (Glauert, 2009).

Por otro lado, autores como López-Valentín, Guerra-Ramos y Pulido-Córdoba (2013) diseñaron una unidad didáctica para trabajar la electricidad con alumnos de EP. Estos autores concluyeron que los objetivos de enseñanza que deberían cumplirse al trabajar la electricidad con alumnos de EP son: explorar ideas de partida sobre la electricidad, presentar el circuito cerrado como un sistema con materiales aislantes y conductores, introducir la idea de transferencia y transformación de la energía y apoyar a los estudiantes para que identifiquen las aplicaciones tecnológicas de la energía eléctrica.

En este trabajo se analiza el último escalón en la transposición didáctica (TD) del concepto de electricidad. Es decir, se estudia el saber enseñado de los maestros (futuros maestros en este caso) a los alumnos. En este paso, el maestro de acuerdo a Ramírez Bravo (2005) "… es el responsable del proceso de la TD que abarca desde la interpretación de los saberes teóricos hasta la conversión en saberes escolares y la programación de los mismos" (p.41). Para ello los alumnos de MEP utilizan proyectos contenedores de circuitos cerrados que los alumnos de EP pueden modificar, abriéndolos y cambiando los materiales que los forman por otros,

para averiguar si son conductores o no de la electricidad. Además, les permiten explorar los efectos cuando la electricidad actúa sobre diferentes operadores (bombillas, motores) observando la transferencia y transformación de energía (luz, movimiento).

METODOLOGÍA

Participantes

En este trabajo han participado 56 alumnos del segundo curso de Magisterio de Educación Primaria (en adelante MEP) de la Universidad de (ciego para revisión). Por otro lado, 57 alumnos de 5º de Educación Primaria del colegio CEIP (ciego para revisión) visitaron la facultad durante un día para trabajar con nosotros.

Descripción de la actividad

Los alumnos de MEP participantes en este trabajo, han cursado la asignatura de Didáctica del medio físico químico, donde entre otros tópicos, se ha trabajado la electricidad. Al mismo tiempo, es un contenido que, desde su visión más artística, se ha trabajado también desde la asignatura de Educación visual y plástica que cursan en paralelo. Como punto de unión entre ambos ámbitos, los alumnos de MEP tuvieron que desarrollar un producto que cumpliera con las especificaciones de las dos asignaturas: por un lado, lo estético, lo visual y por otro lado lo funcional en relación a la electricidad. Y concretamente, que el objeto resultante de su proyecto, sirviera como soporte para trabajar la electricidad en su futura labor de maestros de EP.

Los alumnos trabajaron en grupos de 4, y fueron orientados por los profesores responsables de ambas asignaturas. Una vez construido su producto, lo usaron como punto focal para trabajar la electricidad con alumnos de 5º de EP.

Este proyecto surge de una colaboración que dura ya tres cursos académicos, entre nuestro departamento y el colegio CEIP (ciego para revisión) de nuestra misma ciudad. Al principio de curso, decidimos con los maestros y maestras que, este año, trabajaríamos la electricidad desde esta perspectiva, es decir, que serían nuestros alumnos de MEP quienes, tras haber cursado los contenidos en clase, transpusieran esos contenidos para trabajarlos con los alumnos de EP. Para ello los niños y niñas visitaron un día la Facultad y en grupos de 4, trabajaron con nuestros alumnos de MEP la electricidad a través del producto que estos últimos habían construido. El producto es el medio conductor de la sesión. Los alumnos de MEP utilizan su producto para introducir la electricidad contextualizando el tema en los circuitos eléctricos.

Recogida y análisis de datos

Para analizar los datos se han recogido grabaciones en audio de cada uno de los talleres que nuestros alumnos de MEP realizaron con los alumnos de EP, que se han transcrito y analizado según categorías emergentes que resultaron en las siguientes: Punto de partida de las explicaciones y Definiciones teóricas de la electricidad. También se han tomado fotos que ilustran la actividad presentada en este trabajo y se ha recopilado información de los cuadernos completados por los alumnos de MEP a lo largo del desarrollo de su proyecto.

RESULTADOS

Los resultados recogidos se han intentado categorizar según se presenta a continuación en la Tabla 1. Se analizan los resultados según cómo los alumnos de MAEP introducen las explicaciones sobre la electricidad y en segundo lugar se atiende a la definición que aportan de electricidad.

Tabla 1. Categorías de clasificación de los resultados.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
Punto de partida de las explicaciones	El circuito de corriente eléctrica como foco inicial de la explicación
	Ideas previas en torno a la electricidad estática como foco inicial
Definiciones teóricas de la electricidad	

Punto de partida de las explicaciones. Muchos de los grupos de alumnos de MEP comienzan su explicación sobre la electricidad tomando como base su proyecto, es decir, poniendo el foco de atención en el circuito de corriente eléctrica sin atender al modelo simplificado de electricidad:

"M: ¿Tenéis alguna idea de cómo puede funcionar un circuito eléctrico? A: Con cables, baterías, generadores, interruptores y bombillas"

"M: ¿Qué creéis que hace falta para que funcione el tren? A: Cables, una pila, un interruptor y la electricidad. M: ¿Y cómo transformamos esa electricidad en movimiento? A: Con el transformador"

Aunque otros grupos, retoman las ideas previas de los alumnos en torno a la electricidad estática para introducir la corriente:

"M: ¿Os acordáis de lo que ocurre cuando os frotáis un globo en la cabeza?"

Otros grupos utilizan las energías (renovables y no renovables) para introducir la electricidad a partir del concepto de energía:

"M: ¿Cómo podemos obtener electricidad a partir del Sol? ¿Si no hay Sol, qué hacemos?"

"M: ¿Cómo es que la electricidad cueste dinero si viene del Sol y el Sol es de todos?"

Otros grupos introducen la electricidad a través de preguntas acerca de los efectos observables:

"M: ¿Para vosotros qué es la electricidad? A: Un tipo de energía.

M: ¿La podéis ver en algún sitio? A: En los rayos de una tormenta.

M: ¿Para que la usamos? A: En la luz de la habitación, en el móvil, para cocinar…."

Otro grupo introduce la electricidad a través de dibujos:

"M: ¿Me sabríais dibujar lo que es la electricidad? Dibujar lo primero que se os pase por la cabeza cuando pensáis en electricidad"

Definiciones teóricas de la electricidad.

"M: Es un fenómeno que hace mover una serie de partículas en un flujo constante, esas partículas se llaman átomos. Estos átomos tienen unas pequeñas partículas en el núcleo y que giran alrededor. Estas partículas se llaman protones y electrones. Pues la electricidad utiliza sobre todo los electrones. Lo que hace es canalizar los electrones para que siga un flujo constante que se mueve a través de materiales conductores. Como si fuera una tubería o una manguera de jardín. Pues los electrones se mueven por dentro de una tubería. Imaginaros un tren de pasajeros, pues los electrones son los pasajeros que se mueven de un sitio a otro, son transportados.

Lo que pasaría es que los átomos se juntarían, unos teniendo una carga positiva y otros una carga negativa de manera que se genera un flujo constante que hace mover los electrones hacia delante por un material que se llama conductor."

“M: La electricidad es un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento o interacción de las cargas positivas y negativas de los cuerpos. La electricidad tiene energía. Hay otras cosas que nos pasan a veces, los calambres, eso es por las cargas eléctricas que luego os explicaremos. La electricidad salta de un material aislante a uno conductor.”

“M: Podemos decir que la electricidad es el flujo de partículas muy pequeñas, a esas partículas se les pueden llamar electrones.

¿Habéis visto alguna vez un átomo? Es una bolita muy pequeña que prácticamente no se ve que puede representar los electrones y protones. Todo está formado por esas pequeñas partículas. Cuando te dan calambres, imagínate el coche.

Cuando tienes un boli que está hecho de plástico y tinta y lo frotáis, queréis hacer la prueba de que pasa con este tubo si lo frotas.

Habéis probado a frotar un globo con el pelo, pues esto es lo mismo. ¿Qué crees que pasa, que se transfiere? Electricidad. Hemos dicho que está compuesta por electrones negativos, protones positivos y neutrones sin carga. ¿Qué creéis que pasan? Si frotamos los dos materiales pasa que de la cabeza al globo pasan todos los electrones y que pasa pues, que ya hay muchos electrones, al frotar estos electrones y al acercarlo a otro material hace que se atraigan. Si al frotarlo este se queda sin electrones, que pasa ¿al acercarlo los protones de este material pasan al otro para complementarlos. Escuchad como suena, vamos a hacerlo. ¿Lo ves cómo se pegan? Se atraen. Y llega un momento que ya no se atraen más porque esto electrones se liberan y desaparecen y vuelven todo a la normalidad. ¿Entendéis ya que es la electricidad estática? Un material que tiene muchos electrones se junta con otro material y se complementan. Ahora pasamos a la corriente. ¿Habías visto circuitos eléctricos? Si, abiertos y cerrados. Sabemos identificar los componentes.”

En la Figura 1 se muestran cuatro de los proyectos interactivos con los que trabajaron los alumnos.

Figura 1. Muestra de cuatro de los proyectos interactivos con los que los alumnos de MEP trabajaron la electricidad con los alumnos de EP.

CONCLUSIONES

En primer lugar, los profesores universitarios valoramos de manera muy positiva la oportunidad de poder realizar actividades con alumnos de EP. En este proyecto, además de eso, hemos podido valorar y analizar cómo, los alumnos de MEP con los que se ha trabajado previamente, han transpuesto los contenidos. Esto permite una evaluación no solo del proceso de transcripción de nuestros alumnos sino de nuestra propia labor docente.

Los alumnos son poco o nada conscientes de su papel en la transposición docente y este tipo de actividades ayudan en ese proceso. Se limitan a reproducir su propia experiencia adquirida durante las prácticas de laboratorio de la asignatura de Didáctica del medio físico y químico (utilizan la memoria), sin comprender la necesidad de adaptar los contenidos a los alumnos de EP. Parecer que así se sienten más seguros, aunque en ocasiones es porque realmente no entienden lo que está ocurriendo, el fenómeno que quieren explicar (entienden la corriente eléctrica como un flujo partículas, de electrones, y no de energía). Recurren a modelos y explicaciones que resultan abstractas, alejadas de las percepciones de los alumnos de EP, lo que dificulta aún más su comprensión (recurren al modelo atómico de la materia o a las interacciones entre cargas positivas y negativas).

Se quedan solo con construir el circuito. Se centran en aspectos meramente manipulativos relacionados con la construcción de los circuitos eléctricos, más que en la exploración de los efectos, en el análisis de los compontes, la función que realizan o las transformaciones de energía que se producen.

Por estos motivos les resulta complicado encontrar ejemplos, empleando un número muy limitado de ellos en sus explicaciones, o establecer conectores con sus conocimientos previos o sus vivencias que faciliten el entendimiento (caso de las preguntas con el Sol).

Todos los grupos de alumnos de MEP exponen primero sus proyectos y luego dejan que los alumnos de EP manipulen, ninguno lo plantea en el orden contrario, es decir, siguen la estructura tradicional sin cuestionarse otras alternativas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a los maestros y maestras del colegio CEIP y a los 57 alumnos de 5º de Educación Primaria que ha participado en esta experiencia tan enriquecedora para nuestros alumnos de MEP. También queremos agradecer al grupo BEAGLE y al instituto IUCA, ambos de la Universidad de Zaragoza por su apoyo en la investigación. El proyecto ha sido financiado por los proyectos MINECO-EDU2016-76743-P y el PIIDUZ 19-251 de la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chevallard, Y. (1997). La transposición didáctica. Buenos Aires: Aique.

De Echave Sanz, A., Ferrer Bueno, L. M. y Morales Lamuela, M. J. (2011). La relevancia y el valor de los trabajos prácticos en Educación Primaria y en la formación del profesorado de este nivel. Una experiencia de aula. Investigación en la Escuela, 101-111.

Gándara Gómez, M., Gil Quílez, M. J. y Sanmartí Puig, N. (2002). Del modelo científico de <<adaptación biológica>> al modelo de <<adaptación biológica>> en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. Enseñanza de las Ciencias, 20(2), 303-314.

Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: prediction, explanation and exploration. International journal of Science Education, 31(8), 1025-1047. https://dx.doi.org/10.1080/09500690802101950

Guisasola, J. (2018). Programa de electromagnetismo en secundaria y bachillerato. Alambique. Didáctica de

las Ciencias Experimentales, 92, 7-14.

López-Gay, R., Jiménez Liso, R., Martínez Chico, M. y Giménez Caminero, E. (2018). Electromagnetismo y formación ciudadana. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 92, 38-44.

López-Valentín, D. M., Guerra-Ramos, M. T. y Pulido-Córdoba, L. G. (2013). Enseñanza de la energía eléctrica en educación primaria: desarrollo de una unidad didáctica. IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona.

Martínez Torregrosa, J., Rosa Cintas, S., Limiñana Morcillo, R., Menargues Marcilla, A., Nicolás Castellano, C. y Savall-Alemany, F. (2018). El ciercuito eléctrico simple. Modelo a nivel micro. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 92, 30-37.

McDermott, L. C. y Shaffer, P.S. (1992). Research as a guide for curriculum development: an example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. American Journal of Physics, 60, 994-1003. https://dx.doi.org/10.1119/1.17003

Ramírez Bravo, R. (2005). Aproximación al concepto de transposición didáctica. Folios, 21, 33-45.

Shaffer, P. S. y McDermott, L. C. (1992). Research as a guide for curriculum development: an example from introductory electricity. Part II: design of instructional strategies. American journal of Physics, 60, 1003-1013. https://dx.doi.org/10.1119/1.16979

Zuza, K. (2018). Balance energético en circuitos. Actividades para circuitos simples de corriente continua. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 92, 22-29.

CF.04 A aprendizagem como construção de identidade em uma Comunidade de Prática

Daniel Farias Mega[1,2], Ives Solano Araujo[2], Eliane Angela Veit[2]

[1]Instituto Federal Catarinense e [2]Universidade Federal do Rio Grande do Sul. danielfmeg@gmail.com

RESUMO

Neste trabalho apresentamos a construção de identidade de um colaborador do Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil, ao longo de sua trajetória de participação na entidade. O CTA é um laboratório de criação e experimentação de tecnologias livres, que conta com a participação de alunos e professores de diversos cursos de formação profissional. O entendimento do processo de aprendizagem que ocorre na participação das práticas desse grupo, compreendido como uma CoP, abre possibilidades para o fomento de iniciativas desta natureza, que possuem a potencialidade de viabilizar uma formação profissional condizente com as necessidades apresentadas pelos ambientes de trabalho contemporâneos.

Palavras chave: Comunidades de Prática, Construção de Identidade, Ensino de Ciências.

INTRODUÇÃO

Viabilizar uma formação capaz de preparar profissionais para atuar em sociedades que recentemente passaram por mudanças significativas, da manufatura aos serviços de informação e conhecimento, tem sido um desafio nos cursos de formação profissional. Ambientes de trabalho dominados pela tecnologia, com problemas mal definidos e pessoas trabalhando em equipe para solucioná-los, têm sofrido com a falta de profissionais qualificados para tais tarefas (Griffin, Care, & McGaw, 2012).

Estudos apontam que *Comunidades de Prática* (CoP), grupos de pessoas que compartilham um interesse em

comum sobre determinado assunto e que aprofundam seus conhecimentos neste tema através da interação com outras pessoas e da participação nas práticas desses grupos`, podem apoiar e promover processos formativos que privilegiam o trabalho colaborativo e a consciência mais apurada dos alunos para a atuação profissional futura (Fincher & Teneberg, 2006; Irving & Sayre, 2016; Thiry & Laursen, 2011; Tonso, 2006). Cultivar ambientes de aprendizagem como as CoP (Wenger, 2001) demanda deslocar o foco da concepção de aprendizagem dominante para uma em que a identidade cumpre um papel fundamental no ato de aprender. Nessa perspectiva aprender é um ato de **participação social** e o conceito de identidade opera como um elo entre o social e o individual. Pensar na aprendizagem como um processo de construção de identidade permite superar pressupostos comuns entre essa relação. O primeiro é a ideia de que existe um conflito intrínseco entre o individual e o social. O segundo é o de que um é ruim e outro é bom; que um é fonte de problemas e outro fonte de soluções. Portanto, é de fundamental importância entender como identidades e habilidades profissionais são construídas nesses ambientes.

Com esta finalidade, investigamos como se dá a construção de identidade e a aprendizagem no Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA), um grupo caracterizado como uma Comunidade de Prática atuante no Ensino de Ciências, mais especificamente no Departamento de Física da UFRGS - Brasil[1].

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Fundado em maio de 2012, por professores e alunos do Instituto de Física da UFRGS, o Centro de Tecnologia Acadêmico conta com a participação de colaboradores, dos cursos de licenciatura e bacharelado em Física, Matemática e diversas engenharias, tais como Física, Elétrica e da Computação. Criado com a finalidade de ser um laboratório de criação e experimentação de tecnologias livres desenvolve projetos guiados pelos princípios de autogestão e participação colaborativa, buscando um modelo de desenvolvimento que preza pela autonomia dos seus participantes.

Este estudo é etapa de uma pesquisa de doutorado, ainda em andamento, sobre o cultivo de CoP em cursos técnicos de nível médio, ofertados pelos Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia[2]. Avaliamos que para cultivá-las é necessário compreender os processos de aprendizagem e a construção de identidade em CoP já existentes, objetivo do presente trabalho.

METODOLOGIA

Para atingir nosso objetivo lançamos mão de um estudo qualitativo do tipo etnográfico realizado entre setembro de 2017 e agosto de 2018. A utilização desse método tem se mostrado eficaz nas investigações de Comunidades de Prática (Irving & Sayre, 2015; Mark, 2018; Rodriguez, Goertzen, Brewe, & Kramer, 2015). Seu uso possibilita a identificação dos indicadores da formação de uma CoP (Wenger, 2001, p. 158), como a ausência de preâmbulos introdutórios nas conversas, o uso de histórias compartilhadas e de piadas internas, e os estilos reconhecidos como mostra de afiliação ao grupo. Esses elementos se referem a comportamentos espontâneos que permanecem tácitos e, portanto, são difíceis de serem expressos pelos membros da CoP. Seria uma tarefa difícil capturar essas condutas sem a utilização da etnografia, que prevê a participação do pesquisador durante longos períodos de tempo nas atividades do grupo. Além disso, possibilita (re)criar narrativas de histórias pessoais capazes de apontar elementos da construção de identidade e da aprendizagem dos participantes da pesquisa.

O primeiro autor do trabalho participou dos encontros semanais e de atividades promovidas pelo grupo,

1 Mega, D.F.; Araujo, I.S.; Vait, E.A. (2019). Centro de Tecnologia Acadêmica da UFRGS como Comunidade de Prática e Possibilidade de Criação de Espaços Não Formais de Aprendizagem. Artigo submetido para publicação.

2 http://redefederal.mec.gov.br. Acesso em: 13 de fevereiro de 2020.

dentre elas uma oficina introdutória sobre Arduino ministrada por colaboradores do laboratório e uma maratona hacker (III Hackatona – CTA) promovida para a construção de um relógio de código aberto. Durante todo o processo, o pesquisador assumiu o papel de observador participante, assumindo o papel de colaborador do Centro, auxiliando nas tarefas realizadas, participando de conversas formais e informais face a face e por canais virtuais como e-mails, fóruns e aplicativos de troca de mensagens. Os dados foram coletados por meio de gravações em áudio e vídeo, registros fotográficos e anotações em diário de campo, por vezes no momento em que ocorriam e por vezes após os fatos observados. Adicionalmente realizamos entrevistas com colaboradores do laboratório. Todos os dados foram organizados em arquivos digitais utilizando o software NVivo 12 e os arquivos de áudio e vídeo foram transcritos, possibilitando a construção de uma narrativa sobre a história de participação na perspectiva de um colaborador do CTA. Ela foi construída com a utilização dos pressupostos teórico-metodológicos de Wenger, Trayner e De Latt (2011) e mostra os "padrões de comportamento" (Angrosino, 2009) verificados na análise das diferentes fontes de dados coletados durante a imersão na vida cotidiana do CTA.

A construção da identidade de Maurício: uma trajetória de aprendizagem no CTA

Todos os anos a UFRGS promove um evento chamado *Portas Abertas*[3], cujo objetivo é integrar a Universidade com a comunidade e divulgar atividades de ensino, pesquisa e extensão. Ao longo dos anos o CTA participa do evento ministrando minicursos e oficinas, expondo seus projetos e demonstrando o funcionamento de instrumentos de código aberto que utilizam. Esse evento possibilita "capturar" *outsiders* interessados nos temas trabalhados pelo grupo, foi nele que Maurício[4] teve o primeiro contato com o CTA.

Alguns meses depois, já aprovado no vestibular para Engenharia Física, Maurício estabelece contato com colaboradores do laboratório:

> a primeira vez que eu vim pro CTA foi no dia da matrícula, tinha a Carla e o Renato [...] na saída eles levaram a gente pra conhecer o CTA. Aí eles explicaram o que se fazia aqui ((o entrevistado estava respondeu às questões na sala do CTA)) que eles desenvolviam tecnologias livres e tal. E eu naquele momento não peguei direito a ideia das tecnologias livres, eu concordei porque pra mim ... na minha cabeça aquilo fez bastante sentido, mas eu não tinha pegado bem o lance. Mas o [...] que me prendeu mesmo foram as ferramentas.

Embora o discurso apresentado no Centro aparentasse ser interessante, Maurício pouco ou nada conhecia das ideias de tecnologias livres. Nota-se, aqui, o ciclo mais básico da criação de valor em uma CoP (Wenger et al., 2011), o valor imediato. Este ciclo considera atividades e interações como tendo valor em si mesmas. O episódio mostra a transição da uma posição outsider para uma posição periférica dentro da comunidade. O relato de Maurício sobre seu primeiro contato com o CTA prossegue:

> Bom eu cheguei aqui fui apresentado pro CTA, brilhou o olhinho vendo as ferramentas e tal. E no mesmo dia eu já conversei com o Augusto e eu já pedi: "Tá como que eu posso participar? O que eu posso fazer?" E aí ele me mostrou o Física e Música ... eu não lembro direito como que a gente chegou nessa conversa do primeiro projeto que eu comecei a fazer. Mas foi hum:: era pra fazer um amplificador de som com um alto-falante e tu botava um fluido não newtoniano pra:: só pra olhar assim. Na minha cabeça era só uma coisa divertida que eu ia fazer.

De alguma forma Maurício obteve acesso a práticas periféricas dentro do Centro. Embora o acesso tenha sido promovido por Augusto, Maurício deixa claro que sua interação principal se dava com outros colegas novatos, vejamos:

3 Disponível em < https://www.ufrgs.br/portasabertas/>. Acesso em 04 de fevereiro de 2020.

4 Todos os nomes próprios são pseudônimos adotados para preservar a identidade dos participantes da pesquisa.

> na verdade, meu contato com o Augusto foi pouco, porque ele não vinha muito ((no CTA)). Meu contato maior foi com o Matias e com o Rodrigo, que tinham melhor conhecimento técnico. Tipo, o Augusto me mostrou como eu tinha que documentar ((o CTA possui um rigoroso processo de documentação de projetos)), o porquê das coisas.

Matias e Rodrigo também estavam "entrando no CTA". Podiam à época ser considerados membros periféricos da CoP. No entanto, possuíam conhecimentos técnicos sobre eletrônica e programação. Na fala anterior se verifica um aspecto importante nas relações dentro de CoP, o fato de existir sobretudo aprendizagem que não se dá através de relações professor-aprendiz. Para Lave e Wenger (1991)toxic chemical products formed as secondary metabolites by a few fungal species that readily colonise crops and contaminate them with toxins in the field or after harvest. Ochratoxins and Aflatoxins are mycotoxins of major significance and hence there has been significant research on broad range of analytical and detection techniques that could be useful and practical. Due to the variety of structures of these toxins, it is impossible to use one standard technique for analysis and/or detection. Practical requirements for high-sensitivity analysis and the need for a specialist laboratory setting create challenges for routine analysis. Several existing analytical techniques, which offer flexible and broad-based methods of analysis and in some cases detection, have been discussed in this manuscript. There are a number of methods used, of which many are lab-based, but to our knowledge there seems to be no single technique that stands out above the rest, although analytical liquid chromatography, commonly linked with mass spectroscopy is likely to be popular. This review manuscript discusses (a parece característico que a aprendizagem se dê majoritariamente nas relações com outros aprendizes. Na sua primeira atividade dentro do grupo, Maurício recorre a Flávio quando tem dúvidas sobre práticas específicas do laboratório como documentar projetos e explicações da existência de tal documentação. Quando necessita de conhecimentos técnicos como programação, solda de componentes eletrônicos e construção de circuitos ele recorre aos colegas novatos que realizam atividades colaborando com ele. Questionado sobre como foi a sua participação nesse projeto, Maurício comentou:

> *Foi meio perdido, eu não fui muito bem ... hã::. A gente não tinha bem o planejamento de como receber bem as pessoas. [...] ele ((Augusto)) me mostrou a plataforma e disse ó "Aqui eu criei um fórum, aqui eu criei uma página pra ti ir documentando as coisas e dai tudo que tu fizer tu vai botando aqui." [...] eu fiquei responsável por fazer uma placa de amplificador de som e aí eu tinha que pesquisar o circuito, aprender a usar o Kicad*[5] *pra poder desenhar. Aí um colega, ele me ajudou a aprender a usar o Kicad e depois me ajudou a usinar a placa.*

Referente à participação nos primeiros encontros semanais do grupo ele diz:

> *No início eu não me manifestava muito, mas isso é porque eu sempre fui meio tímido daí nas reuniões [...] Mas eu não falava muito até porque eu era meio por fora... eu não entendia muito o que eram tecnologias livres, às vezes usavam alguns termos e eu não conhecia e eu fui pegando com o tempo. Às vezes ficava meio com vergonha de pedir... "tá, mas o que é Debian*[6]*?" Quando eu cheguei eu não sabia o que era Linux direito. Teve um momento que eu tive que pedir o que era Debian, porque eles falavam e eu não sabia o que era.*

Nas CoP proporcionar ao novato um posto em que ele apenas observa as práticas não é suficiente para legitimar sua participação: é preciso oportunizar espaços de participação. Nas palavras de Lave e Wenger (1991, p. 95, tradução nossa, itálico do autor) "implica *participação* como forma de aprender – tanto absorver como ser absorvido – na 'cultura da prática'".

A participação de Maurício no projeto e nos encontros semanais, legitimada pelo CTA, forneceu uma perspectiva periférica ampla, de maneira que ele organizasse uma ideia geral daquilo que constitui a prática do laboratório. Fica claro, no seguinte depoimento, que Maurício se posiciona em um ponto inicial de uma *traje-*

5 Software computacional de código aberto para projetos de circuitos integrados.

6 Sistema operacional livre para computadores pessoais.

tória entrante (Wenger, 2001), ou seja, ingressa no CTA com a perspectiva de converter-se em um participante pleno à medida que sua identidade se orienta para tal.

> Naquela época [..] Eu tava aprendendo, eu concordava[...] toda vez que o André ((coordenador do CTA)) falava sobre tecnologias livres ele falava e eu pensava: "tá isso faz sentido". Pra mim fazia sentido. Mas eu fui aprendendo aos poucos. Eu acho que se eu comparasse o Maurício de 2016 que entrou na UFRGS e no CTA e o Maurício de agora é uma pessoa totalmente diferente. Foi basicamente o CTA que moldou a minha personalidade agora.

A trajetória de participação entrante de Maurício na Comunidade de Prática CTA vai se tornando evidente à medida que reconstruímos seu percurso dentro do Centro. Percebemos a transformação de uma série de visões de mundo à medida que negocia significados nas práticas do CTA. Chamamos a atenção para três temas: o veganismo, a não utilização de *softwares* e jogos piratas e uma visão menos preconceituosa sobre relações homoafetivas. Uma das preocupações do CTA, que foi evidenciada em um depoimento coletado no estudo etnográfico, é a de que ele seja um ambiente com "*abertura a todas as identidades, sejam de gênero, etnia ou mesmo orientações sexuais, garantindo a participação de todos com atenção às suas diferentes condições*". Foi possível notar, por exemplo, uma mudança na postura de Maurício relativa à aceitação de colegas com outras orientações sexuais no ambiente de trabalho. Outro traço presente na identidade dos colaboradores é a preocupação com a utilização de *software* livre, e isso se reflete na construção da identidade de seus colaboradores. Como afirma Wenger (2001, p. 189, tradução nossa) "o comprometimento na prática nos oferece certas experiências de participação e aquilo que nossas comunidades prestam atenção nos coisifica como participantes". Tornar-se um colaborador do CTA significa assumir posturas e comportamentos, relativas a alguns temas. Atentemo-nos à seguinte fala retirada da entrevista:

> Eu não tenho conta no Skype eu deixei de ter conta Google. Isso é uma coisa, tipo, que nem ser vegetariano. Eu sei que eu sendo vegetariano eu não vou mudar o mundo, né? Mas eu não como carne porque ... simplesmente porque eu não concordo. E aí, por exemplo, eu não tenho conta Google, não porque eu acho que vou mudar o mundo, mas porque eu não concordo. Por mais que ela traga uma quantidade enorme de facilidades e programas de qualidade, eu não concordo com a forma que eles ganham dinheiro, enfim, em cima dos dados das pessoas.

Além da forte característica do respeito às licenças de uso e da preferência pelo uso de *softwares livres*, outro traço bastante característico dos colaboradores do CTA é o veganismo. Vários de seus colaboradores passam a não comer carne à medida que participam das práticas do CTA.

Fica evidente nesses episódios a existência de uma profunda relação entre a construção da identidade e as práticas e normas existentes no CTA. Para Maurício o processo de movimento da periferia para o centro ocorreu durante o primeiro ano de sua participação. Ele reflete sobre essa mudança:

> *Minha participação foi totalmente diferente. [...] eu não entendia a questão da autonomia e eu ficava esperando alguém dizer o que eu tinha que fazer. Depois eu já tinha consciência de que dependia de mim e foi acontecendo. [...]. Por exemplo, o Tropos*[7] *eu aprendi um monte de coisa de Linux que eu não sabia antes e que não teria aprendido se não fosse pelo Tropos; a Hackatona do Relógio também; a parte da documentação eu tive que parar pra pensar bastante sobre como eu ia passar isso adiante também. Ai eu já me sentia confiante, mais garantido pra levar adiante esses projetos.*

Nesse episódio a negociação de significados entre participantes periféricos e Maurício pôde ser entendida como um encontro geracional. Se a aprendizagem na prática é negociar uma identidade, e se essa identidade incorpora o passado e o futuro, então os veteranos e os novatos encontram sua experiência na história uns dos

7 O TropOS é um sistema operacional portátil, desenvolvido pelo CTA, compatível com uso em *pen drive* para facilitar atividades de ensino, pesquisa e extensão.

outros (Wenger, 2001).

Perguntado se de alguma forma Maurício teria ganhado alguma reputação dentro do CTA durante sua trajetória ele responde:

> Acho que sim, quando eles têm alguma dificuldade com alguma coisa do CTA eles me procuram bastante, frequentemente. Principalmente o pessoal que entrou novo, que vieram como quando eu cheguei, assim; que não sabiam como funcionava o CTA não sabiam usar Kicad, FreeCAD, usinar, documentar. Acho que eles me veem mais ou menos como eu via o Augusto, que sabia usar a fresadora, documentar. Eu ajudei bastante eles nisso, quando eles entraram.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou identificar que a aprendizagem ocorrida nas práticas do Centro é situada nas relações entre os membros, contextos e práticas inerentes ao laboratório. Maurício, admitido por membros reconhecidos dentro da CoP e interagindo com eles e com os demais, legitimou sua participação valorizando-a do ponto de vista do aprendiz. À medida que aprendia na prática e construía sua identidade visualizava um campo futuro para chegar a se tornar um participante pleno do laboratório. As tarefas de principiante, sem a responsabilidade de gerenciar projetos e reuniões, permitiram que tivesse acesso amplo aos elementos da prática, ferramentas, artefatos, modos de agir e discursos teóricos. Os conhecimentos necessários para levar um projeto adiante dentro do Centro são, obviamente, conhecimentos importantes para a prática, no entanto o valor da participação e da aprendizagem na comunidade tem a ver com tornar-se parte da comunidade. Desta forma, no caso do CTA, documentar um projeto de maneira coerente e assumir comportamentos aceitos dentro do laboratório é uma evidência de que um colaborador está se convertendo em um participante central.

O entendimento da aprendizagem como um processo de construção de identidades dentro de CoP como o CTA, abre a possibilidade para trabalhos futuros que lancem diretrizes para o cultivo desse tipo de espaço nos cursos de formação profissional. Uma vez que possuem a potencialidade de fornecer uma formação capaz de suprir a necessidade dos sistemas produtivos da atualidade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angrosino, M. (2009). *Etnografia e Observaçao Participante. Artmed*. Porto Alegre: Artmed.

Fincher, S., & Teneberg, J. (2006). Using Theory to Inform Capacity-Building : Bootstrapping Communities of Practice in. *Journal of Engineering Education*, 265–277. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006

Griffin, P., Care, E., & McGaw, B. (2012). The Changing Role of Education and Schools. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Orgs.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Dordrecht: Springer Netherlands.

Irving, P. W., & Sayre, E. C. (2015). Becoming a physicist: The roles of research, mindsets, and milestones in upper-division student perceptions. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *11*(2), 1–21. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020120

Irving, P. W., & Sayre, E. C. (2016). Identity statuses in upper-division physics students. *Cultural Studies of Science Education*, *11*(4), 1155–1200. https://doi.org/10.1007/s11422-015-9682-8

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2

Mark, S. L. (2018). A bit of both science and economics: a non-traditional STEM identity narrative. *Cultural Studies of Science Education*, *13*(4), 983–1003. https://doi.org/10.1007/s11422-017-9832-2

Rodriguez, I., Goertzen, R. M., Brewe, E., & Kramer, L. H. (2015). Developing a physics expert identity in a

biophysics research group. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *11*(1), 1–15. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.010116

Thiry, H., & Laursen, S. L. (2011). The Role of Student-Advisor Interactions in Apprenticing Undergraduate Researchers into a Scientific Community of Practice. *Journal of Science Education and Technology*, *20*(6), 771–784. https://doi.org/10.1007/s10956-010-9271-2

Tonso, K. L. (2006). Student engineers and engineer identity: Campus engineer identities as figured world. *Cultural Studies of Science Education*, *1*(2), 273–307. https://doi.org/10.1007/s11422-005-9009-2

Wenger, E. (2001). *Comunidades de Practica: Aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.

Wenger, E., Trayner, B., & de Latt, M. (2011). Promoting and assessing value creation in communities and networks: a conceptual framework. *Ruud de Moor Centrum*. Recuperado de http://www.open.ou.nl/rslmlt/Wenger_Trayner_DeLaat_Value_creation.pdf

CF.05 Divulgación de experiencias en una feria de indagación con profesorado de infantil en formación inicial. Análisis de las variables empleadas

Juliana Valencia y Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. julianavalencia@uma.es

RESUMEN

La indagación se considera una práctica científica relevante desde edades tempranas, siendo importante formar a los futuros maestros. Este trabajo presenta una experiencia implementada con 56 maestros de infantil en formación inicial de la Universidad de Málaga, que habían recibido instrucción en indagación, realizado un diseño, puesto en práctica y divulgado en una feria con un póster. Este trabajo analiza el contenido del póster, centrándose en las variables empleadas (independientes, controladas, dependientes y extrañas). Los resultados muestran que a pesar de haber utilizado los distintos tipos de variables en su experiencia, las divulgan pobremente en el póster. Solo el 5,3% de los maestros indicó todas las variables adecuadamente, mientras que el 28,6% no indicó ninguna. Destacan también confusiones entre las distintas variables. Todos estos datos evidencian que se deben realizar acciones para mejorar la divulgación científica.

Palabras clave: indagación, divulgación científica, formación inicial de maestros de infantil, identificación de variables.

INTRODUCCIÓN

La práctica científica de indagación cobró gran protagonismo a finales del siglo pasado con la publicación de los National Science Education Standards en Estados Unidos (NRC, 2000), que afirmaban que la indagación en general, y la indagación en el contexto del trabajo práctico en educación científica es fundamental para el logro de la alfabetización científica. A raíz de estas recomendaciones y del informe de expertos europeos Science Education Now (Rocard, 2007), que consideraba a la indagación como uno de los objetivos principales de la educación científica, esta práctica se incorporó a las aulas mediante numerosos programas en los distintos países de la Unión Europea. En nuestro país, el informe ENCIENDE elaborado por la Confederación de Sociedades Científicas de España (2011) recomienda que la indagación y la experimentación tengan un papel más importante en el aula.

Diversos estudios han puesto de manifiesto la importancia del aprendizaje de las ciencias a través de indagación en todas las etapas educativas y que ésta debe de estar bien dirigida (Franco-Mariscal, 2015; Bevins y Price, 2016). En este sentido un meta-análisis llevado a cabo por Alfieri, Brooks, Aldrich y Tenenbaum (2011) indica que un proceso de indagación cuando está bien guiado por el docente conlleva muchas ventajas. Romero-Ariza (2017) realizó un estudio de los beneficios del aprendizaje por indagación en la enseñanza de las ciencias, concluyendo que el tamaño del efecto estudiado dependía no solo de la naturaleza de las actividades de indagación realizadas en el aula, sino también del nivel o apoyo ofrecido por el docente. Algunos autores han puesto de manifiesto que el profesorado en formación inicial presenta dificultades para llevar a cabo la metodología de indagación (Toma, Greca y Meneses, 2017), sin embargo, se ha demostrado que con una adecuada formación, la percepción de obstáculos en la utilización de la indagación en el aula puede reducirse (Godoy, Segrra y Di Mauro, 2014).

La American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1998) indica que la etapa de infantil es la más adecuada para iniciar a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias. Así, proponen trabajar la ciencia con niños y niñas mediante grupos que colaboren y respondan preguntas sobre el mundo que les rodea a la vez que comparten sus experiencias con sus compañeros, introduciendo el espíritu de la indagación desde edades muy tempranas.

En este sentido, Siry y Max (2013) llevaron a cabo un estudio en un jardín de infancia con niños y niñas entre 4 y 6 años, observando que las indagaciones de los infantes fueron mediadas por las propias especulaciones y explicaciones de los niños, utilizadas por los maestros para construir de manera colaborativa el conocimiento, ayudando así a desarrollar y refinar explicaciones y mostrando la utilidad de proporcionar este tipo de entornos al alumnado de corta edad. Monteira y Jiménez-Aleixandre (2016) también encuentran que la observación bien guiada por el profesorado y discutida explícitamente tiene ventajas en el aprendizaje de las ciencias de la primera infancia. Incluso, se ha demostrado que a edades tempranas, los niños ya son capaces de aprender a manipular una variable siempre que las restantes permanezcan constantes (Strand-Cary y Klahr, 2008).

Asimismo, un estudio longitudinal demuestra que los niños y niñas de 4 años son capaces de interpretar datos de covariación que sustentan una hipótesis, y que esta capacidad mejora de manera significativa con la edad entre los 4 y 5 años, observándose una mejora de comprensión de la experimentación entre los 5 y 6 años (Piekny, Grube y Maehler, 2014).

Otro aspecto importante no es sólo que los maestros de infantil lleven a sus aulas la metodología de indagación, sino también que el modelo de indagación que aprendan durante su formación como docentes sea el más adecuado para instruirlos en esta práctica científica. En este sentido, el estudio de Franco-Mariscal (2015), que analiza diferentes modelos de indagación propuestos en la literatura, presentó cuáles debían de ser las competencias científicas que se pueden trabajar con esta práctica. Este modelo de enseñanza-aprendizaje por indagación consta de siete dimensiones: 1) planteamiento de la investigación, 2) manejo de la información, 3) planificación y diseño de la investigación, 4) recogida y procesamiento de datos, 5) análisis de datos y emisión

de conclusiones, 6) comunicación de los resultados de la investigación y 7) actitud-reflexión crítica y trabajo en equipo. Consideramos que este modelo también es adecuado para la formación inicial del profesorado de educación infantil, de ahí que se utilice en esta investigación. Esto no quiere decir que sea el modelo más adecuado para llevar al aula con el alumnado de infantil, y por supuesto debe ser simplificado de acuerdo a la etapa educativa en la que se aplique, pero sin embargo, resulta muy adecuado en la formación de los futuros maestros y maestras de infantil.

OBJETIVO E HIPÓTESIS

El objetivo de este trabajo es investigar si maestros y maestras en formación inicial del Grado en Educación Infantil, después de haber participado en un programa formativo de indagación, son capaces de interiorizar los distintos tipos de variables utilizadas en la indagación cuando divulgan su proyecto en un formato libre de un póster a sus compañeros y compañeras.

Nuestra hipótesis de partida es que los maestros de infantil en formación inicial, a pesar de haber trabajado en el aula las distintas etapas de la indagación, prestan poca atención a las variables utilizadas a la hora de divulgar su experiencia, pudiendo llegar a confundirlas.

METODOLOGÍA

Contexto

Esta experiencia se realizó con 56 estudiantes del 3º curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Málaga en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza. La mayoría de los participantes eran mujeres (89,29%) frente a solo un 10,71% de hombres.

Dichos estudiantes participaron dentro de esta asignatura, en un programa formativo de indagación de cinco sesiones. Dicha instrucción introduce las ideas de indagación planteadas en el enfoque de Franco-Mariscal (2015), descrito en la introducción, así como las posibles adaptaciones a la etapa de educación infantil.

Entre las diferentes tareas que se realizaron durante la instrucción destacan el análisis de cómo diseñar una indagación completa centrada en la pregunta de investigación ¿cuál es la mejor forma de elaborar una tortilla de patatas? (Franco-Mariscal y Franco-Mariscal, 2019), la realización de distintas actividades donde el alumnado podía identificar las diferentes etapas implicadas en una indagación, la elaboración de un diseño de indagación libre (supervisado por el profesor) y llevado a la práctica, y la divulgación de su proyecto en el formato de una feria de ciencias, donde cada estudiante debía explicar el proyecto a sus compañeras y compañeros, y sintetizar la información en un póster. El alumnado entregó también una memoria final de este diseño.

Análisis de la información

Este estudio se centra en el análisis de las variables que el alumnado incluyó en los pósteres presentados en la feria de ciencias que se realizó al finalizar el programa formativo de indagación. El formato de este póster debía ser con carácter divulgativo y libre, y se esperaba que incluyeran en él todas las etapas de la indagación.

Se podría suponer, por tanto, que los estudiantes reflejarían los cuatro tipos de variables (independiente, dependiente, controlada y extraña) que previamente habían trabajado en el diseño e implementación de su proyecto de indagación, y que también aparecían recogidas en la plantilla facilitada para la realización de la memoria escrita que debían de entregar.

Cada uno de los cuatro tipos de variables fue analizada por separado en el póster, estableciéndose las siguientes categorías: (A) El póster no incluía la variable estudiada, (B) el póster incluía la variable analizada pero no

de forma adecuada, o (C) el póster incluía la variable de manera adecuada.

La Figura 1 muestra las variables utilizadas por un maestro en formación inicial en su póster de una indagación sobre la elaboración de un slime, donde se realizaban tres series de experimentos en cada uno de los cuales cambiaba una variable de estudio, con objeto de obtener los datos y resultados que permitieran establecer una conclusión que aprobara o refutara la hipótesis de partida sobre la mejor forma de elaborar un slime. Se observa que este estudiante solo presta atención a las variables independientes y dependientes, por lo que en este caso, al no estar presentes las variables control y extrañas, éstas últimas se categorizan como A. Para este ejemplo también se observa que las variables independientes y dependientes están intercambiadas. Además, no quedan demasiado claro los parámetros que se cambian en el experimento al haberlo expresado mediante imágenes. De ahí, que las variables independientes y dependientes de este proyecto se engloben en la categoría B.

Figura 1. Ejemplo de variables en un póster de una indagación sobre elaboración de un slime

Un segundo análisis consistió en estudiar las posibles combinaciones de los tipos de variables que los estudiantes presentaban de forma adecuada e inadecuada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 representa los porcentajes encontrados en cada categoría para todas las variables.

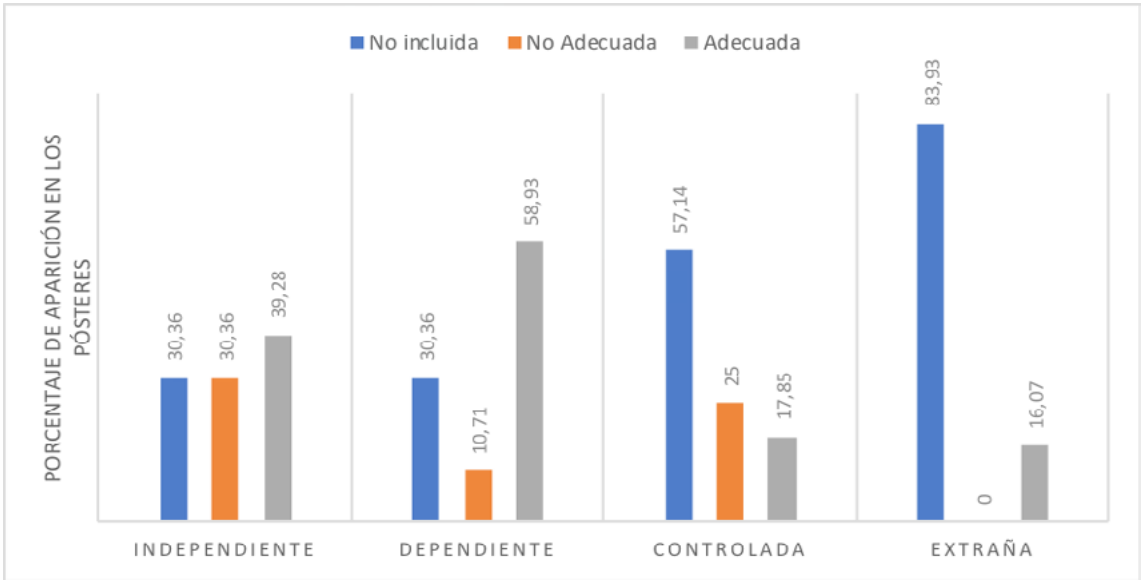


Figura 2. Porcentaje de aparición de cada variable en las distintas categorías

Una visión global de los datos muestra que no todas las variables son igual de importantes para el profesorado en formación inicial a la hora de divulgar sus experiencias. Así, parecen prestar menos atención a las variables controladas, y menos aún a las extrañas (categoría A como porcentaje mayoritario), algo de atención a las variables independientes y mucha atención a las variables dependientes (categoría C mayoritaria).

Un aspecto a resaltar en la categorización fue que dos tercios del alumnado (66,1%) no incluyeron todas las variables, las expresaban de manera inadecuada, o bien mostraban cierta confusión entre algunas de ellas. Este último aspecto merece una especial atención, al haberse detectado que el 23,2% de los maestros en formación confunden las variables independientes con las controladas al divulgar su indagación, mientras que el 7,1% confunde las variables

independientes con las dependientes. El póster de la Figura 3 que corresponde con una indagación sobre la elaboración de yogur es un ejemplo de ello, ya que en el mismo se puede apreciar que las variables dependientes son adecuadas (categoría C), pero existe una confusión entre variables independientes y controladas (categorizadas como B), al repetir algunas de ellas (leche y fuente de calor) en ambos grupos.

Figura 3. Ejemplo de variables en un póster de una indagación sobre la elaboración de yogur

El análisis de las combinaciones adecuadas de los distintos tipos de variables mostró que el 28,6% de las maestras y maestros en formación no incluía ninguna información acerca de las variables utilizadas en su indagación, y que solo el 5,3% recogió en su póster los cuatro tipos de variables adecuadamente. Además, únicamente el 10,7% de los participantes incluyeron tres tipos de variables (independientes, dependientes y controladas) de manera adecuada. Estos resultados resultan insuficientes, especialmente el elevado porcentaje que no incluye ninguna variable a pesar de haberlas trabajado en sus proyectos de indagación y reflejado en sus memorias.

CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo ha mostrado la capacidad de divulgación de experiencias de indagación por parte de maestros y maestras de educación infantil en formación inicial, tras haber participado en un programa formativo sobre esta práctica científica, el diseño y la realización de una indagación, y su divulgación ante los compañeros en el formato de una feria de ciencias. El análisis de los pósteres utilizados por los maestros y maestras de forma complementaria para su exposición en la feria, ha mostrado que a pesar de conocer y haber utilizado los distintos tipos de variables en la realización de la indagación, en la mayoría de las veces con éxito, a la hora de divulgar su experiencia, el tratamiento dado a estas variables resulta bastante pobre.

De este modo, el porcentaje de maestros que no incluyó ninguna variable en su póster (28,6%) se considera muy elevado, puesto que en una indagación es importante que tengan muy claro qué variables entran en juego y de qué forma, ya que esto puede influir en sus resultados.

Por otro lado, es relevante que muy pocos estudiantes (5,3%) presenten todas las variables de forma adecuada, que otros sólo resalten alguna de ellas, y que algo más del 30% confunda los distintos tipos de variables.

Estos resultados sugieren que se deben realizar intervenciones en el aula con maestros y maestras en formación inicial para mejorar su capacidad para explicar y/o divulgar experiencias de indagación, en especial en las variables utilizadas, ya que desde nuestro punto de vista, es la clave para entender el tipo de experiencia realizada. Como continuidad de este trabajo, se propondrán nuevas actividades al profesorado de educación infantil en formación inicial para mejorar estos resultados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la Red Docente de Excelencia ENCIC Innova del Plan Propio Integral de Docencia de la Universidad de Málaga 2019-2020, y del Proyecto I+D de Excelencia EDU2017-82197-P del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfieri L., Brooks P.J., Aldrich N.J., & Tenenbaum H.R. (2011) Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103, 1–18. DOI: 10.1037/a0021017.

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1998). *Blueprints for reform*. New York: Oxford University Press.

Bevins, S., & Price, G. (2016) Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.

Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 83-91.

Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). *Informe Enciende. Análisis, reflexiones y propuestas para un acercamiento de la ciencia al mundo escolar que promueva en los niños el interés por la ciencia, el aprendizaje científico y una visión no estereotipada de la empresa científica y sus protagonistas*. Barcelona: Editorial Rubes.

Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231-252.

Franco-Mariscal, A. J., & Franco-Mariscal, R. (2019). Aprender a diseñar experimentos con una tortilla de patatas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 96, 61-67.

Godoy, A. V., Segrra, C. I., & Di Mauro, M. F. (2014) Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 381-397.

Mantzicopoulos, P., Samarapungavan, A., & Patrick, H. (2009). "We learn how to predict and be a scientist": Early science experiences and Kindergarten children's social meanings about science. *Cognition and Instruction*, 27(4), 312–369.

Monteira, S. F., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2016). The Practice of Using Evidence in Kindergarten: The Role of Purposeful Observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232-1258.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Piekny, J., Grube, D., & Maehler, C. (2014). The development of experimentation and evidence evaluation skills at preschool age. *International Journal of Science Education*, 36(2), 334-354.

Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 286-299.

Siry, C., & Max, C. (2013). The collective construction of a science unit: Framing curricula as emergent from kindergarteners' wondering. *Science Education*, 97, 878–902.

Strand-Cary, M., & Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence. *Cognitive Development*, 23, 488-511. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.005

Toma, R. B., Greca, I. M., & Meneses, J. A. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 442-457.

CF.06 Creación de entornos de Realidad Aumentada: Comprender los ecosistemas

María Napal, Ibai Urtasun, María Isabel Zudaire, Irantzu Uriz

Departamento de Ciencias. Universidad Pública de Navarra. Email: maria.napal@unavarra.es

RESUMEN

Se presenta una propuesta de innovación para la asignatura de Biología y Geología (4º ESO), que desarrollar contenidos de ecología y medio ambiente a través del diseño de un entorno de Realidad Aumentada (RA). Se detalla la programación de sesiones y actividades, y la evaluación. Los contenidos se agrupan en torno a cuatro ejes temáticos, establecidos en función de las ideas alternativas previamente definidas: Ciclos biogeoquímicos, Redes tróficas, Dinámica y evolución de ecosistemas y Factores que afectan a la abundancia y distribución de organismos. Cada equipo diseñará un entorno de RA utilizando la herramienta CoSpace, un entorno de programación por bloques accesible a usuarios no experimentados, visualizable a través de cualquier dispositivo. Las fortalezas de la propuesta se relacionan con los beneficios de aprender creando, de modelizar procesos o de la multimodalidad; se detectan puntos de mejora como el enfoque puramente técnico, o los problemas de transferibilidad debido a las deficiencias de la competencia digital docente.

Palabras clave: Realidad aumentada, Ecología, Aprendizaje basado en diseño, Educación secundaria.

INTRODUCCIÓN

La ecología en el aula: oportunidades y dificultades

La crisis ecológica es, en la actualidad, uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos los seres humanos. Si queremos garantizar nuestra supervivencia como especie, es fundamental que respondamos a dicha problemática con acciones y compromisos concretos que logren mitigar y revertir los efectos nocivos de la actividad humana sobre el medio ambiente. En la década de los 90 David Orr y Fritjof Capra desarrollaron, con diferentes matices, el término de alfabetización ecológica, o "ecoalfabetización": si somos capaces de entender el

entorno que nos rodea es más probable que respetemos los límites de estos sistemas, creando comunidades que funcionen en armonía con el medio ambiente (Correa, 2012). Sin embargo, para lograr una compresión de los conceptos ecológicos que derive en cambios actitudinales del alumnado respecto al medio ambiente, hay que tener en cuenta que la enseñanza y aprendizaje de la ecología generan dificultades. Estas dificultades pueden deberse a la complejidad de la naturaleza del sujeto de estudio, consecuencia del gran número de interrelaciones, los factores cambiantes y las diferentes escalas temporal y espaciales que hay que considerar de modo simultáneo (Ibarra y Gil, 2009).

Por ese motivo, esta propuesta de innovación se plantea partiendo, no del conocimiento disciplinar, sino de algunas de estas dificultades de aprendizaje específicas, al entender que la innovación debe ser un proceso de mejora en respuesta a necesidades concretas. Atendiendo a los contenidos del currículo de Educación Secundaria, se revisan las principales ideas alternativas sobre ecología, estructuradas en torno a cuatro grandes ejes temáticos (Tabla 1).

Innovación educativa a través de las TICs: El caso de la Realidad Aumentada (RA)

Una de las posibles vías de innovación es la incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el aula para apoyar los procesos de enseñanza–aprendizaje. El desarrollo y difusión de la tecnología, ha provocado cambios drásticos en todos los ámbitos de la sociedad, incluida la educación. El uso de las TIC en el contexto docente no es sólo una consecuencia inevitable de este cambio de paradigma; al contrario, debemos entender que su introducción en el proceso de aprendizaje puede tener un gran potencial para transformar la educación, ofreciendo nuevas oportunidades para diseñar entornos de aprendizaje que sean realistas, auténticos, atractivos y divertidos (Kirkley y Kirkley, 2005). Dentro de las tecnologías emergentes, las tecnologías relacionadas con la modificación de la percepción de la realidad han atraído especialmente la atención de educadores e investigadores en los últimos tiempos debido a su gran potencial pedagógico. Un claro ejemplo de ello es la gran cantidad de estudios elaborados sobre los potenciales usos de la Realidad Aumentada (RA) en el aula (Nicarean et al., 2013).

Tabla 1. Principales ideas alternativas sobre ecología, agrupadas por categorías

GRUPO	IDEAS ALTERNATIVAS
Ciclos biogeoquímicos	Infravalorar el papel de la atmosfera en el ciclado de nutrientes. Describir el suelo como un ser vital capaz de succionar y absorber substancias y alimentarse de ellas (Barrabín y Grau Sánchez, 1996).
Redes tróficas	Considerar las redes tróficas como organizaciones lineales –en un solo sentido, o a lo sumo lineales bidireccionales o piramidales (García, 2003; Hogan, 2000). Entender el concepto de red trófica como un ciclo en el cual un organismo vivo se come a otros (Elif y Muhlis, 2015). Establecer una causalidad recíproca para interpretar las relaciones entre predadores y presas (White, 1995). Considerar las relaciones entre organismos a nivel de individuos, no de población (Barrabín y Grau Sánchez, 1996). Considerar que la mayoría de los animales son carnívoros (Elif y Muhlis, 2015) o similares poblaciones de depredadores y presas (Fries-Gaither, 2009). Creer que la totalidad de la energía de un nivel trófico se transfiere al siguiente nivel (Beals, Road, Krall, y Wymer, 2012).

GRUPO	IDEAS ALTERNATIVAS
Dinámica y evolución de ecosistemas	Cambios en el tiempo: Entender la secuencia de colonización de plantas de un modo muy simple o incluso percibir, únicamente, la presencia de las especies más «visibles» (árboles), no teniendo en cuenta la presencia de herbáceas y arbustos. (Ibarra y Gil, 2009). Causas de los cambios: No hay verdaderas explicaciones de los cambios; razones vitalistas y antropomórficas sustituyen a las científicas (Ibarra y GIl, 2009). La presencia del disturbio siempre tiene connotaciones negativas y extremistas. Fuerte asociación del fuego, las lluvias y las actividades de caza con incendios devastadores, inundaciones y con la caza furtiva que conlleva necesaria e incondicionalmente a la extinción (Bermudez y De Longhi, 2008)
Factores que afectan a la abundancia y distribución de organismos	Considerar que las únicas interacciones entre los organismos vivos que producen cambios en el ecosistema son aquellas relacionadas con la cadena trófica (Munson, 1992). Competencia: La competencia se interpreta únicamente a través de la exclusión competitiva, con el resultado de la extinción como mecanismo principal (Stamp, Armstrong, y Biger, 2007) Desconocer que los factores bióticos y abióticos en un ecosistema afectan a la capacidad de campo de las poblaciones (Stamp et al., 2007) e infravalorar el papel del componente abiótico en comparación con el de los organismos vivos (Prokop, Tuncer, y Kvasni□ák, 2007).

En comparación con la Realidad Virtual (RV) en la cual el usuario está completamente inmerso en un mundo virtual, la RA se sitúa en un punto intermedio entre el contexto real y la virtualidad, dentro de lo que Milgram, Takemura, Utsumi y Kishino (1995) definieron como "Continuo Realidad-Virtualidad", en el cual se mezclan el mundo real y virtual.

En la actualidad, uno de los aspectos que ha llevado a la popularización en la sociedad de la realidad aumentada es el rápido auge y expansión de los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y tabletas), creando lo que se denomina como Realidad Aumentada Móvil (RAM) (Nincarean et al., 2013).

Uno de los aspectos pedagógicos importantes de la RA es la capacidad de reescalar los objetos demasiado grandes o demasiado pequeños para su estudio, lo que convierte esta tecnología en una herramienta útil para el estudio de la ecología, permitiendo que los estudiantes comprendan mejor a través de la manipulación, las propiedades y relaciones de objetos que serían demasiado pequeños o demasiado grandes para examinarlos efectivamente en un contexto real (Johnson et al., 2010).

El objetivo de la intervención didáctica que se plantea en este trabajo es introducir la Realidad Aumentada en el aula. Pero no como un fin en sí mismo, sino que mediante la integración pedagógica de esta tecnología emergente se pretende contribuir al desarrollo de las capacidades de pensamiento de orden superior de los estudiantes, como son el análisis, la evaluación y la creación (Bloom, 1977).

INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

Metodología

El enfoque metodológico de esta propuesta se basa en el denominado como Aprendizaje Basado en el Diseño (ABD), que tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a construir la comprensión científica y las habilidades de resolución de problemas del mundo real, al involucrarles en el diseño de artefactos (Fortus et al., 2004), haciendo que el aprendizaje de las ciencias sea más atractivo y relevante (Kim, Suh y Song, 2015).

Dentro del amplio catálogo disponible de aplicaciones que permiten que los alumnos puedan diseñar los entornos de RA se optó por la herramienta Cospace, debido a su fácil manejo y a la posibilidad que ofrece de

elaborar y visualizar los entornos mediante los dispositivos móviles como smartphones y tablets. Cospace es un Software pensado específicamente para el diseño en un contexto educativo. Es una tecnología educativa muy intuitiva que permite a los estudiantes y profesores construir fácilmente sus propias creaciones en 3D, animarlas mediante la programación y explorarlas en Realidad Virtual o Aumentada. Permite asignar espacios a los alumnos en los que desarrollar sus diseños o agruparlos en un mismo espacio para fomentar el trabajo colaborativo. En definitiva, su principal objetivo es capacitar a los alumnos para que se conviertan en creadores, mejorando las habilidades digitales, potenciando la creatividad y fomentando la colaboración en el aula.

En lo referente al sistema de programación que genera las interacciones de los objetos 3D, Cospace usa una variante de la programación por bloques que Ricarose Roque (MIT) creó en 2007. Este lenguaje, que al utilizar bloques prediseñados simplifica mucho la sintaxis de la programación, facilita el acceso de usuarios no experimentados a la programación. Esto hace posible que los estudiantes diseñen entornos de RA sin la frustración de lidiar con complejos lenguajes informáticos. Este sistema de programación llamado Coblock, similar en apariencia a Scratch, Snap o Bitbloq, utiliza bloques con distintos patrones de colores y formas, cuyas combinaciones dan lugar a multitud de interacciones posibles entre los objetos 3D del entorno.

Tabla 2. Preguntas guía, apartados y eventos de cada equipo

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE			
TEMA	**PREGUNTA**	**APARTADO**	**EVENTO**
CICLO BIOGEOQUÍMICO	¿Cómo circulan los nutrientes por la litosfera, atmosfera, hidrosfera y biosfera y qué procesos sufren?	Carbono (C), Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Azufre (S)	EUTROFIZACIÓN
REDES TRÓFICAS	¿Cómo circula la materia y la energía en los ecosistemas?	Red herbívora, Red de suelo, Descomposición y Flujo de energía	CONTROL DE REDES TRÓFICAS
DINÁMICA Y EVOLUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS:	¿Cómo evolucionan los ecosistemas a lo largo del tiempo?	Formación del suelo, Modelos de sucesión, Sucesión secundaria y Regímenes de estabilidad/perturbación	INCENDIO
FACTORES QUE LIMITAN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS	¿Cómo operan los factores que limitan la abundancia y distribución de organismos?	Patrones de distribución, Condiciones ambientales, Competencia intraespecífica y Competencia interespecífica	CARRETERA

Propuesta didáctica

La propuesta que presentamos desarrolla los contenidos de la asignatura de Biología y Geología de 4º ESO correspondientes al bloque 3 "Ecología y Medio Ambiente" (DF 24/2015 de 22 de abril por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra) mediante el aprendizaje basado en el diseño de un entorno interactivo en Realidad Aumentada.

La propuesta se estructura en 4 bloques de trabajo complementarios, cada uno definido por una serie de preguntas guía (Tabla 2). Cada grupo deberá diseñar y posteriormente un ecosistema en RA creado de forma cooperativa en Cospace. Una vez creada la animación en torno al tópico asignado, y en una segunda fase, cada equipo deberá resolver de forma grupal las consecuencias que pudiera tener un evento catastrófico o perturbación en el funcionamiento del ecosistema.

Planificación

Se presenta una planificación para 18 sesiones (total de 15 horas lectivas), sin estimar el tiempo de trabajo fuera del aula (Tabla 3).

La fase previa ("Introducción al diseño en Realidad Aumentada") proporciona los conocimientos técnicos necesarios para el desarrollo del resto de actividades.

La fase inicial comienza con la organización del trabajo: se organizarán y planificarán los equipos, se establecerán las normas, se asignará un apartado a cada alumno del equipo y se abrirán los documentos cuaderno de equipo y el planteamiento motor.

Esta fase también abarca todas las actividades que deban realizar los equipos antes de empezar a diseñar. Dentro del paquete de trabajo "Investigación", y tras una reflexión previa para determinar qué se pide, cada alumno habría de buscar la información necesaria y aplicarla al ejercicio concreto que deban realizar. Finaliza con un mapa conceptual o un dibujo de cómo se podría representar su apartado en Cospace.

Tabla 3. Paquetes de trabajo y actividades de la fase previa.

FASE		PAQUETES DE TRABAJO
PREVIA	S1 -S5	Introducción al diseño en RA: introducción a Cospace, introducción de elementos externos de bibliotecas 3D, programación en Coblock
INICIAL	S6	Organizando el proyecto: Equipos, normas y temas
	S7-8	Investigación: Búsqueda, procesamiento información y boceto
	S9-10	Puesta en común: Coevaluación de bocetos; planes de mejora
DESARROLLO	S11-13	Diseño: Elaboración del entorno e interacciones
	S14-15	Mejorando el escenario RA: Corrección por el docente; entrega final
FINAL	S16-17	Presentación y evaluación: Presentación, co y autoevaluación
	S18	Prueba externa

En el paquete de trabajo "Puesta en común" los alumnos expondrán al resto de los integrantes del equipo la información recopilada en la investigación, presentarán el boceto que han diseñado y recibirán las aportaciones de sus compañeros. Posteriormente, deberán definir el diseño grupal para explicar el tema en su conjunto, y repartir las tareas que van a realizar cada uno en el siguiente paquete de trabajo.

La fase de desarrollo, paquete de trabajo de "diseño", los equipos diseñarán el entorno y las interacciones del escenario RA y deberán resolver el evento y sus consecuencias. Al finalizar este bloque entregarán el diseño, que será corregido por el profesor y dispondrán de dos sesiones más para corregirlo y mejorarlo para la entrega final.

En la fase final los equipos expondrán sus diseños al resto de sus compañeros: cada equipo entregará un guión resumiendo cómo ha de reproducirse el diseño, para facilitar que el resto lo explore de manera autónoma. Se

coevaluarán las presentaciones (entre equipos), los procesos de trabajo (dentro de cada grupo), y se autoevaluará el proyecto, utilizando las respectivas rúbricas, que también se distribuyen junto con la propuesta.

En una última sesión se hará una prueba tipo test para evaluar el grado de conocimiento de la materia con preguntas equilibradas de los cuatro temas tratados. Para preparar el examen tendrán a su disposición desde la primera sesión de las presentaciones los diseños de los cuatro equipos y los guiones que resumen cómo deben ser reproducidos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A pesar de que la integración de la Realidad Aumentada en la educación pueda ser vista como algo materialmente complejo, el desarrollo y expansión de la tecnología móvil, unido a las mejoras de software de realidad aumentada, ha hecho que esta tecnología emergente pueda ser accesible para el gran público, en lugar de estar únicamente disponible para industrias y laboratorios con grandes presupuestos que puedan sufragarlo. De hecho, el catálogo de aplicaciones disponibles para el ámbito educativo ha experimentado un notable aumento (Kamphuis et al., 2014; Toledo y Sánchez, 2017).

Alguno de los ejemplos que demuestran que la realidad aumentada es ya una realidad en las aulas son los trabajos sobre combustión (Echave, Sánchez y Serón, 2016), anatomía (Küçük *et al.* 2016) o geometría (Kaufmann y Schmalstieg, 2003).

Entre las fortalezas de esta propuesta (Tabla 4) podemos citar la integración pedagógica de la tecnología, permitiendo resultados que previamente eran inconcebibles, como es el caso de que los alumnos puedan construir modelos interactivos para representar procesos ecológicos (nivel Redefinición en el modelo SAMR; Puentedura, 2006). El resto de fortalezas están relacionadas con la idiosincrasia de la metodología empleada, como son los beneficios asociados al aprendizaje creativo, a modelizar procesos y al enfoque multimodal de la propuesta.

La principal debilidad podría ser la posible sobrecarga cognitiva de los estudiantes: en el estudio de Dunleavy, Dede y Mitchell (2009) sobre RA en el aula, los estudiantes informaron sentirse frecuentemente saturados y confundidos con la cantidad de material y la complejidad de tareas que se les pidió que procesaran durante la simulación.

Tabla 4. Matriz de análisis DAFO para la propuesta

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	-Redefinición (SAMR) -Aprende creando -Modeliza procesos -Lenguaje multimodal	-Posible sobrecarga cognitiva
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
FACTORES EXTERNOS	-Rápida expansión de la tecnología	-Deficiente nivel de la Competencia Digital Docente

Entre las oportunidades, o tendencias externas favorables, están los avances en la incorporación de los dispositivos móviles como las tabletas en el entorno educativo (en Navarra reguladas por la Resolución 582/2018, de 27 de agosto). Además, el auge y evolución de software (Hoda, Salleh, Grundy, 2018) y el interés comercial creciente por incorporar la RA a los dispositivos móviles (https://mobile-ar.reality.news/news/samsung-elevates-galaxy-note-10-with-depth-camera-for-3d-scanning-augmented-reality-apps-0203007/), aportan las condiciones técnicas para mejorar sustancialmente la eficacia y eficiencia de la propuesta a medio plazo.

La principal amenaza, que afecta a la posible transferibilidad la propuesta, es la relacionada con la Competencia Digital Docente (CDD). La clave para la integración exitosa de la RA en el aula radica en la cualificación didáctico-tecnológica del profesorado (Villalustre, del Moral y Neira-Piñeiro, 2019). Sin embargo, de las 5 áreas de Competencia Digital Docente, los docentes en formación y en activo muestran más déficits en la Creación de Contenido (Cabrera, Cruz y Sánchez, 2019; Napal, Peñalva y Mendióroz, 2018). Esto hace que la integración de la RA en el aula genere dificultades y reticencias en los profesores debido a su deficiente nivel de competencia digital y a la escasez de recursos tecnológicos a su disposición (Roblizo y Cózar, 2015).

En conclusión, podemos extraer tres puntos principales de este trabajo

La RA es una tecnología emergente con gran potencial en la educación. Sin embargo, para considerar su introducción en el aula una innovación educativa, es necesario lograr la integración entre tecnología y pedagogía. Esta propuesta trata de lograr esa integración a través de la incorporación de la RA para obtener resultados que previamente eran inconcebibles, como es el caso de que los alumnos puedan construir modelos interactivos para representar procesos ecológicos.

La propuesta práctica que se realiza en este trabajo tiene ciertas fortalezas, como son los beneficios relacionados con aprender creando, modelizar procesos o la multimodalidad, pero, también, es necesario testarla en el contexto real de un aula para detectar y corregir las posibles debilidades como puede ser la sobrecarga cognitiva.

Las dificultades en la incorporación de la RA en el aula están marcadas por la falta de capacitación del profesorado y no por el escaso desarrollo de la tecnología. Es necesario el esfuerzo y dedicación de la administración y el cuerpo docente para poder introducir de forma exitosa esta tecnología emergente.

REFERENCIAS

Barrabín, J. y Grau Sánchez, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique*, *7*, 53-63.

Beals, A. M., Road, H. N. D., Krall, R. M., & Wymer, C. L. (2012). Energy Flow through an Ecosystem : Conceptions of In-service Elementary and Middle School Teachers. *International Journal of Biology Education 2*(1), 1–18.

Bermudez, G., & De Longhi, A. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencia*, *7*(2), 275–297.

Cabrera, A. F., Cruz, C. S. L., & Sánchez, S. P. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con Realidad Aumentada. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, *17*(2), 27-42.

Correa, C. A. (2012). Los conceptos estructurantes de ecología como fundamento conceptual y metodológico de la educación ambiental. *Extramuros: revista de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación 11*:. 67-78

Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of science Education and Technology*, *18*(1), 7-22.

de Echave Sanz, A., Sánchez, M. D., & Serón, F. J. (2016). Un escenario creativo para la educación científica mediante la Realidad Ampliada. *Revista de investigación en educación*, *14*(2), 240-246.

Elif, O. Y., & Muhlis, O. (2015). Determination of secondary school students cognitive structure, and misconception in ecological concepts through word association test. *Educational Research and Reviews*, *10*(5), 660–674.

Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok□Naaman, R. (2005). Design□based science and real□world problem□solving. *International Journal of Science Education*, *27*(7), 855-879.

Fries-Gaither, J. (2009). Common misconceptions about biomes and ecosystems. Beyond Penguins and Polar Bears. The Ohio State University. Dostupné Z.

García, J. E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación En La Escuela*, *51*, 83–100.

Hoda, R., Salleh, N., & Grundy, J. (2018). The rise and evolution of agile software development. *IEEE Software*, *35*(5), 58-63.

Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, *35*(1), 22-28.

Ibarra Murillo, J., & Gil Quílez, M. J. (2009). Uso del concepto de sucesión ecológica por alumnos de secundaria: La predicción de los cambios en los ecosistemas. *Ensenanza de Las Ciencias*, *27*(1), 19–32.

Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). The 2010 Horizon report: Australia – New Zealand ed. Austin, TX: T.N.M. Consortium.

Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., & Christoph, N. (2014). Augmented reality in medical education?. *Perspectives on medical education*, *3*(4), 300-311.

Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, *27*, 339–345.

Kim, P., Suh, E., & Song, D. (2015). Development of a design-based learning curriculum through design-based research for a technology-enabled science classroom. *Educational Technology Research and Development*, *63*(4), 575-602.

Kirkley, S. E., & Kirkley, J. R. (2005). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations. *TechTrends*, *49*(3), 42-53.

Küçük, S., Kapakin, S., & Gökta□, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: effects on achievement and cognitive load. *Anatomical sciences education*, *9*(5), 411-421.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In Telemanipulator and telepresence technologies. *International Society for Optics and Photonics.2351:* 282 – 292.

Munson, B. H. (1992). Relationships between an individual's conceptual ecology and the individual's conceptions of ecology. *Journal Environmental Education*, *25*(4), 30–34.

Napal Fraile M.;Peñalva Vélez A.;Mendióroz Lacambra A.M. (2018) Development of Digital Competence in Secondary Education Teachers' Training. *Education Sciences 8* (3): 104

Nicareana D, Bilal M, Abdul Halim N, Abdul Rahman H. (2013) Mobile Augmented Reality: the potential for education. *Procedia Soc Behav Sci. 103*:657-64.

Prokop, P., Tuncer, G., & Kvasni□ák, R. (2007). Short-term effects of field programme on students' knowledge and attitude toward biology: A Slovak experience. *Journal of Science Education and Technology*, *16*(3), 247–255. https://doi.org/10.1007/s10956-007-9044-8

Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education. Disponible en: http://hippasus.com/resources/tte/. Accedida en

Roblizo Colmenero, M. J., & Cózar Gutiérrez, R. (2015). Usos y competencias en TIC en los futuros maestros de educación infantil y primaria: hacia una alfabetización tecnológica real para docentes. *Píxel-Bit. Revis-*

ta de Medios y Educación, 47, 23-39.

Stamp, N., Armstrong, M., & Biger, J. (2007). Ecological Misconceptions, Survey III: the Challenge of Identifying Sophisticated Understanding. *Bulletin of the Ecological Society of America*, *87*(2), 168–175. https://doi.org/10.1890/0012-9623(2006)87[168:emsitc]2.0.co;2

Toledo Morales, P., & Sánchez García, J. M. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje. *Revista latinoamericana de tecnología educativa 16* (1): 1-14.

Villalustre Martínez, L., del Moral Pérez, M. E., & Neira-Piñeiro, M. D. R. (2019). Percepción docente sobre la Realidad Aumentada en la Enseñanza de Ciencias en Primaria. Análisis DAFO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1*(3).

White, P. A. (1995). Common sense construction of causal processes in nature: causal network analysis. *British Journal of Psychology, 86*, 377–395.

CF.07 Ciencia ciudadana OdourCollect en el aula de Educación Secundaria Obligatoria utilizando la metodología ABP

Miguel Ángel Queiruga-Dios[1*], Emilia López-Iñesta[2], María Diez-Ojeda[1], José Benito Vázquez-Dorrío[3], Alejandra Pachamé[4]

[1]Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, España. [2]Departamento de Didáctica de la Matemática, Universitat de València, España. [3]Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo, España.
[4]Estudiante del Profesorado en Biología. I.S.F.D. y T. N°35 Profesor Vicente D'Abramo, Monte Grande, Buenos Aires, Argentina. *maqueiruga@ubu.es

RESUMEN

En la actualidad existe un auge en el desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana favorecido por la creciente sensibilización social en problemas relacionados con el desarrollo científico y tecnológico. Al mismo tiempo, la ciencia ciudadana contribuye a la alfabetización científica involucrando a la ciudadanía en una investigación científica real, por tanto, la integración curricular en la enseñanza formal de la ciencia ciudadana puede llevar al aula estos aspectos de alfabetización científica. En este artículo se describe una experiencia de aula en la que el estudiantado de 4º de Educación Secundaria Obligatoria participa en el proyecto de ciencia ciudadana OdourCollect utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se enumeran las tareas resueltas por el alumnado, se justifica su incorporación curricular en el aula y se presentan los resultados más importantes. Esta propuesta puede ser extrapolada con éxito a otros contextos y niveles.

Palabras clave: ciencia ciudadana, Educación Secundaria Obligatoria, ABP, OdourCollect, alfabetización científica

INTRODUCCIÓN

El término ciencia ciudadana, acuñado por Irwin en 1995, describe una forma de colaboración entre ciudadanía y personal científico (Catlin-Groves, 2012; Curtis, 2018; Land-Zandstra, Devilee, Snik, Buurmeijer y van den Broek, 2016). Esta colaboración entre ciudadanía y equipos científicos puede ser de distinto tipo, desde la recopilación de datos o la realización de cálculos, hasta la difusión de los resultados obtenidos (Curtis, 2018; Land-Zandstra et al., 2016), de forma que la ciudadanía contribuye a la construcción de la ciencia, con lo que la ciencia ciudadana adquiere el papel de agente democratizador de la misma y de sus políticas científicas (Irwin, 2002; Ottinger, 2010; Heigl, Kieslinger, Paul, Uhlik y Dörler, 2019; Ramírez y García, 2018). La ciencia ciudadana, puede, por tanto, hacer importantes contribuciones a la educación científica informal en la que la ciudadanía se involucra en una investigación científica real y significativa (Crall et al., 2013; Land-Zandstra et al., 2016; Riesch y Potter, 2014; Ruiz et al., 2016), y, como consecuencia, mejora sus conocimientos científicos (Bonney, Phillips, Ballard y Enck, 2016; Crall et al., 2013). Por otro lado, en esta interacción y diálogo entre el mundo científico-tecnológico de los equipos investigadores y su contexto social, la ciencia ciudadana juega un importante papel al promover, la alfabetización científica, y, además, dando la oportunidad de transmitir a la sociedad cómo las preocupaciones y demandas de esta influyen en su trabajo (Martínez, Bautista y Ruiz, 2005). Se abre así una nueva posibilidad de construcción de conocimiento a través de la participación de los agentes sociales en los procesos de producción científica. La expansión actual de la ciencia ciudadana está favorecida por el gran desarrollo experimentado por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que facilita la comunicación entre agentes implicados y el intercambio de datos y su geolocalización (Catlin-Groves, 2012; Tejeda y Medrano, 2018). En este contexto se articula el proyecto OdourCollect, un proyecto de ciencia ciudadana llevado a cabo por la Fundación Ibercivis (2018) y financiado por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (2020), que tiene por objetivo principal reportar datos geolocalizados sobre olores para crear un mapa de contaminación odorífera. OdourCollect comenzó anteriormente en el marco de MYGEOSS, un proyecto europeo de dos años de duración (2015-2016) financiado por la Comisión Europea para desarrollar aplicaciones inteligentes basadas en GEOSS (Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra) que informen a los ciudadanos sobre los cambios que afectan a su medioambiente local. En ese marco se desarrolló la primera versión de la aplicación móvil (Arias, Queiruga-Dios y Pelacho, 2019; OdourCollect, 2020). A través de esta aplicación para Smartphone, las personas involucradas en el proyecto pueden geolocalizar los puntos de contaminación odorífera, construyendo así mapas de olor colaborativos. Esta información se encuentra accesible al público en todo momento y permite a los equipos científicos especialistas en contaminación realizar los análisis necesarios (Arias et al., 2019).

La metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) puede proporcionar al profesorado la oportunidad de incorporar conceptos interdisciplinares en el aula (NRC, 2014; Queiruga-Dios, Diez-Ojeda y Saiz-Manzanares, 2019a) a través de la diversidad de actividades que se realizan durante su desarrollo (diseño, resolución de problemas, investigación, trabajo cooperativo, etc.); al mismo tiempo, el alumnado aprende a trabajar con autonomía (Larmer, Mergendoller, y Boss, 2015; Queiruga-Dios, Sáiz-Manzanares y Montero, 2019b). Por otro lado, la metodología ABP aumenta el rendimiento del estudiantado (Sáiz-Manzanares, Escolar, Marticorena, García, y Queiruga-Dios, 2017a; Sáiz-Manzanares, Escolar, Marticorena, García, y Queiruga-Dios, 2017b; Sáiz y Montero, 2016), permitiendo que este adquiera las competencias y capacidades necesarias para desenvolverse en la sociedad del conocimiento (Queiruga-Dios, López-Iñesta, Diez-Ojeda, Sáiz-Manzanares y Vázquez Dorrío, 2020a). Así el alumnado se convierte en protagonista de su proceso de aprendizaje y el profesorado se convierte en su guía potenciador del pensamiento crítico. Se plantea así una figura docente cercana, guiando, preguntando e investigando sobre el trabajo del estudiantado (Soriano, 2019).

El ABP se organiza en torno a procesos de indagación y resolución de problemas del mundo real, que son, a menudo, confusos, poco estructurados e interdisciplinarios (Ge, Law y Huang, 2016; Kwon et al., 2018). La indagación desarrolla capacidades que permiten explorar y hacer preguntas al mundo natural, estimulando

la búsqueda de respuestas a través de la observación, la experimentación o la información previa, en las que el docente formula y selecciona preguntas, induce la curiosidad y busca un camino posible para responder las preguntas a través de la experimentación o la observación: realizar una experiencia, medir la evidencia, organizarla, proponer un modelo explicativo, exponerlo y justificarlo ante los pares, buscar explicaciones alternativas cuando los resultados contradicen lo esperado (Museo Argentino de Ciencias Naturales, s.f.).

OBJETIVOS

Los objetivos perseguidos en esta comunicación son:

- Describir una experiencia de aula en la que se introduce la ciencia ciudadana en Secundaria a través del proyecto OdourCollect, utilizando la metodología de ABP.
- Enumerar las tareas surgidas en el desarrollo del proyecto.
- Justificar curricularmente su implementación en el aula.
- Presentar sus resultados más importantes.

METODOLOGÍA/ DISEÑO DE LA ACTIVIDAD

La experiencia se implementó en la asignatura de Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, de 4º de ESO, que cursaban 8 estudiantes. La propuesta se llevó al aula utilizando la metodología ABP, formando un solo equipo con los 8 participantes. La actividad tuvo una duración de 10 sesiones de las cuales dos dedicadas a la organización y participación en la Feria de la Ciencia y Tecnología de Castilla y León (2020).

Como referencia se utilizó la *Unidad Didáctica OdourCollect* (Arias et al., 2019), con la que el alumnado se familiarizó con algunos conceptos relativos al olor y cómo medir algunas de sus características y a la contaminación odorífera, muchas veces indicador de otros problemas ambientales, así como del impacto que tiene esta en la salud. El alumnado tenía acceso a equipos informáticos y podían utilizar sus dispositivos móviles para búsquedas de información, lectura o utilización de la aplicación OdourCollect (2020). Durante la primera sesión se motivó al alumnado a su participación en el proyecto, como vía para trabajar los contenidos de una forma distinta y dinámica, y se debatió sobre cómo llevarlo a cabo.

En primer lugar se asignaron los roles de coordinadora y secretaria. El rol de la coordinadora consistía en organizar las reuniones con el equipo, el reparto de tareas y la temporalización, así como la dinamización del equipo; la secretaria se encargaba de ayudar a la coordinadora del proyecto además de tomar acta de las sesiones, registrando los acuerdos tomados dentro del grupo. En esta asignación de tareas, se formaron subequipos responsables, aunque todo el alumnado colaboraba en el desarrollo de cada tarea (Figura 1).

Figura 1. Se nombran responsables de las tareas, pero todo el equipo colabora en su desarrollo.

Las tareas realizadas y una descripción, así como los objetivos perseguidos dentro del proyecto, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Tareas, descripción y objetivos de las tareas.

TAREA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO DE LA TAREA
Geolocalización de olores en la ciudad	Visita a los puntos con probable contaminación odorífera para su registro (polígonos industriales, granjas, etc.).	Localizar los puntos de la ciudad en los que existe contaminación odorífera y geolocalizarlos en la aplicación OdourCollect.
Mapa-Póster	Representación de un mapa de la ciudad en el que se incorporó la ubicación de los puntos de contaminación odorífera y fotografías de esos lugares.	Construir elementos propios de representación geográfica de los puntos de contaminación odorífera.
Maqueta 1	Maqueta representando la polución del planeta.	Representar la contaminación odorífera y su relación con la polución como un problema global.
Maqueta 2	Maqueta representando situaciones de contaminación odorífera en la ciudad.	Representar la contaminación odorífera como un resultado de la actividad humana.
Vídeo 1	Documental desde los lugares con contaminación odorífera.	Informar sobre la contaminación odorífera.
Video 2	Presentación del proyecto.	Dar a conocer el proyecto y sus objetivos.
Test: sobre conocimientos, apreciación y gustos	En el test se aprecian tres aspectos diferenciados: a) Conocimientos sobre contaminación odorífera; b) test de olores; c) ¿cuál de estos olores utilizarías para...?	Desarrollar un proceso de investigación que permita determinar los conocimientos de las y los encuestados sobre contaminación odorífera así como sus gustos con respecto a los aromas.
Participación en la Feria de la Ciencia	Preparación del estand de la feria, incluyendo elementos de divulgación (posters, pegatinas).	Participación en la Feria de la Ciencia y Tecnología.
Nota de prensa	Elaboración de una nota de prensa para enviar a los medios de comunicación a fin de dar a conocer el proyecto (Hernández y Martín, 2019).	Divulgar y hacer que un público general no especializado entienda qué es la ciencia ciudadana y conozca un proyecto concreto.

Por otro lado, la incorporación de este proyecto al aula permitió desarrollar contenidos de la de la asignatura Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional de 4º de ESO (BOE, 2015); en particular, los relativos a los bloques: 1. Técnicas Instrumentales Básicas, 2. Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente y 4. Proyecto de investigación.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS

La temática del proyecto, la contaminación odorífera, resultó muy interesante al alumnado, según manifestó, e inmediatamente la relacionó con otros problemas ambientales. El alumnado destacó, sobre todo, aquellos problemas relativos a la polución atmosférica y sus efectos sobre la salud y el cambio climático, como se pone en evidencia en la evaluación realizada mediante entrevistas individuales a las y los participantes. Estas entrevistas individuales se realizaron en distintos momentos de la actividad para obtener información sobre intereses e inquietudes, el grado de autosatisfacción y compromiso, así como de su desempeño en el proyecto. Esta relación de la contaminación odorífera con los problemas ambientales se puso de manifiesto, además, en algunos de los productos desarrollados por el alumnado (Tabla 1), como las maquetas o vídeos, en los que el alumnado describía escenarios de polución y cambio climático.

La evaluación se realizó a través del análisis y la valoración de los resultados del proyecto: Idea original, Trabajo cooperativo, Informe técnico, Exposición del proyecto, Producto final (calidad técnica), Producto final (originalidad), Participación ferias científicas y Divulgación en redes sociales (Queiruga-Dios et al., 2020a).

Por otro lado, la incorporación de la ciencia ciudadana en la enseñanza formal puede producir los mismos beneficios de alfabetización científica que se produce en la ciudadanía involucrada en estos proyectos (Crall et al., 2013; Land-Zandstra et al., 2016; Riesch y Potter, 2014; Ruiz et al., 2016).

El estudiantado se involucró en el proyecto, participando y asumiendo sus tareas, de forma que el profesor actuó como supervisor, atendiendo dudas, dando sugerencias y resolviendo pequeños conflictos que surgían en el trabajo cooperativo. Preguntando y alentando: *¿cómo podemos dar a conocer la problemática ambiental?*, *¿podríamos tener información de lo que sabe la gente sobre contaminación odorífera?*, *¿es importante el olor para la gente?*, etc. Con respecto a la investigación realizada por el alumnado respecto al conocimiento y apreciación y gusto por determinados aromas, los resultados obtenidos mediante entrevistas realizadas a otros estudiantes y personas externas al proyecto pueden encontrarse en Odour Research (2019).

En las reuniones de equipo el alumnado sugería distintas tareas creativas con las que contribuir al proyecto, de ahí la gran variedad de productos desarrollados. Estas tareas se discutían, se concretaban y se asignaba responsables, aunque se observó que todo el equipo colaboraba en su ejecución. El alumnado estructuraba las tareas y trabajaba con autonomía (Larmer et al., 2015; Queiruga-Dios et al., 2019b), aportando ideas a desarrollar y admitiendo sugerencias a fin de mejorar el desarrollo del proyecto.

CONSIDERACIONES FINALES

Como consideraciones finales, cabe resaltar que los proyectos de ciencia ciudadana son iniciativas que pueden integrarse en el currículum de distintas asignaturas científicas, en las que aparece explícitamente el contenido *Proyecto de investigación*, además de en la mencionada Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, como son, tal y como indica el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE, 2015): Biología y Geología de 1º y 3º ESO, Biología y Geología de 4º ESO, Física y Química de 2º y 3º ESO, Física y Química de 4º ESO o Física y Química de 1º Bachillerato.

La participación en un proyecto de ciencia ciudadana involucra al alumnado en un proyecto real en el que contribuye, como se ha indicado, a la construcción de la ciencia (Irwin, 2002, Ottinger, 2010). Por otro lado, su integración curricular, complementada con otras actividades (tratamiento de datos en equipos de investigación, búsqueda de información sobre el efecto social del tópico central del proyecto, debates y exposiciones) contribuye además al desarrollo de otros aspectos de alfabetización científica, como la comprensión sobre cómo se construye la ciencia y sus métodos, mejorando la apreciación de la ciencia y tecnología del alumnado así como la visión que tiene sobre los científicos (Queiruga-Dios, López-Iñesta, Diez-Ojeda, Sáiz-Manzanares y Vázquez Dorrío, 2020b).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, R., Queiruga-Dios, M.A. y Pelacho, M. (2019). *Unidad Didáctica OdourCollect*. A Coruña: Editorial Q. Recuperado de: http://bit.ly/2QsQYf7

BOE (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado, 37*, de 3 de enero de 2015, 169 a 546. Recuperado de: http://bit.ly/36eKHus

Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L. y Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of

science? *Public Understanding of Science*, *25*(1), 2-16. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662515607406

Catlin-Groves, C. L. (2012). The citizen science landscape: from volunteers to citizen sensors and beyond. *International Journal of Zoology*, *2012*. DOI: https://doi.org/10.1155/2012/349630

Crall, A. W., Jordan, R., Holfelder, K., Newman, G. J., Graham, J. y Waller, D. M. (2013). The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy. *Public understanding of Science*, *22*(6), 745-764. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662511434894

Curtis, V. (2018). *Online Citizen Science and the Widening of Academia*. Palgrave Macmillan. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-77664-4

Feria de la Ciencia y Tecnología de Castilla y León (FCyTCyL). (2020). Recuperado de https://www3.ubu.es/fcytcyl/

Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT). (2020). Recuperado de https://www.fecyt.es/

Fundación Ibercivis. (2018). Recuperado de https://ibercivis.es

Ge, X., Law, V. y Huang, K. (2016). Detangling the interrelationships between self-regulation and ill-structured problem solving in problem-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *10*(2). DOI: https://doi.org/10.7771/1541-5015.1622

Heigl, F., Kieslinger, B., Paul, K. T., Uhlik, J. y Dörler, D. (2019). Opinion: Toward an international definition of citizen science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(17), 8089-8092. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1903393116

Hernández, Y. y Martín, E. (20 de junio de 2019). ¿Hay un aroma para cada edad? Heraldo. Recuperado de http://bit.ly/2vPgCo1

Irwin, A. (2002). *Citizen science*. Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9780203202395

Kwon, K., Shin, S., Brush, T. A., Glazewski, K. D., Edelberg, T., Park, S. J., ... y Alangari, H. (2018). Inquiry learning behaviors captured through screencasts in problem-based learning. *Interactive Learning Environments*, *26*(6), 839-855. DOI: https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1419496

Land-Zandstra, A. M., Devilee, J. L., Snik, F., Buurmeijer, F. y van den Broek, J. M. (2016). Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning. *Public Understanding of Science*, *25*(1), 45-60. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662515602406

Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). Setting the standard for project based learning: A proven approach to rigorous classroom instruction. Alexandria: ASCD.

Martínez, F.J., Bautista, M.M. y Del Pino, P. (2005). Educación científica, sociedad y televisión. *Comunicar*, *13*, 25. DOI: https://doi.org/10.3916/C25-2005-203

Museo Argentino de Ciencias Naturales (s.f.). Enseñanza de la ciencia basada en la indagación (ECBI). Recuperado de: http://bit.ly/331jSsD

National Research Council (NRC). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: DOI: https://doi.org/10.17226/18612

Ottinger, G. (2010). Buckets of resistance: Standards and the effectiveness of citizen science. *Science, Technology, & Human Values*, *35*(2), 244-270. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243909337121

OdourCollect (2020). Recuperado de https://odourcollect.socientize.eu

Odour Research. [Publicación en un blog] (09 de mayor de 2019). Recuperado de https://apollo21.wordpress.com/odour-research/

Queiruga-Dios, M.A., Diez-Ojeda, M. y Saiz-Manzanares, M.C. (2019a). Análisis de la apreciación sobre la implicación y desempeño y las dificultades y aprendizajes en la realización de proyectos STE(A)M atendiendo al género en alumnos de secundaria. En M.C. Pérez Fuentes (ed.) *Innovación Docente e Investigación en Ciencias de la Educación*. 68, 989-998. Madrid: Editorial Dykinson.

Queiruga-Dios, M.A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M.C. y Vázquez-Dorrío, B. (2020b en prensa). Citizen science for scientific literacy and the attainment of Sustainable Development Goals in formal education.

Queiruga-Dios, M.A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M.C. y Vázquez Dorrío, J.B. (2020a en prensa). Developing Engineering skills in Secondary students through STEM Project Based Learning.

Queiruga-Dios, M. A.; Sáiz-Manzanares, M. C. y Montero, E. (2019b). Problemas-Proyectos Adaptativos y Creativos en la enseñanza de las ciencias. Descripción de la metodología y apreciación de los estudiantes involucrados. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23,1--23. DOI: https://doi.org/10.7203/realia.23.15567

Ramírez, M.S. y García, F.J. (2018). Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura. *Comunicar, 54*, 09-18. DOI: https://doi.org/10.3916/C54-2018-01

Riesch, H. y Potter, C. (2014). Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public understanding of science*, *23*(1), 107-120. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662513497324

Ruiz, I., Riboli, L., Ribrault, C., Heras, M., Laguna, D. y Perié, L. (2016). Citizen science: toward transformative learning. *Science Communication*, *38*(4), 523-534. DOI: https://doi.org/10.1177/1075547016642241

Sáiz-Manzanares, M.C., Escolar, M.C., Marticorena, R., García, C.I., y Queiruga-Dios, M.A. (2017a). Aprendizaje basado en proyectos utilizando LMS: una experiencia en Ciencias de la Salud. In J.C Núñez., et al. Temas actuales de investigación en las áreas de la Salud y la Educación, pp. 739-746. Oviedo: SCINFOPER.

Sáiz-Manzanares, M.C., Escolar, M.C., Marticorena, R., García, C.I., y Queiruga-Dios, M.A. (2017b). Formación del profesorado en Metodologías Activas desde Plataformas interactivas. In J.C Núñez., et al. Temas actuales de investigación en las áreas de la Salud y la Educación, pp. 39-44. SCINFOPER, Oviedo.

Sáiz, M.C. y Montero, E. (2016). Metodologías activas en docencia universitaria. Diseño de una asignatura de ciencias de la salud en la plataforma virtual. Burgos: Universidad de Burgos.

Soriano, L.B. (2019). Creando experiencias de aprendizaje a través de proyectos. Recuperado de: http://proyectocompetenciasimm.blogspot.com/2019/08/nuevo-material.html

Tejeda, I. y Medrano, F. (2018). El potencial de la ciencia ciudadana para el estudio de las aves urbanas en Chile. *Revista Diseño Urbano & Paisaje*, 33, 59-66. Recuperado de: http://bit.ly/3cCYONz

CF.08 Un ejemplo de aprendizaje – servicio de cooperación internacional, basado en proyectos, sobre sostenibilidad ambiental y social y consumo responsable a través del estudio de vida de un teléfono móvil

Asunción Menargues[1, 2]; Isabel Luján[1]; Rubén Limiñana[1, 2]; Juan Francisco Álvarez[1], Alexandra Rey-Cubero[1], Sergio Rosa-Cintas[1, 2] y Carolina Nicolás-Castellano[1].

1 Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante.
[2]Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías. Universidad de Alicante.
E-mail: a.menargues@ua.es

RESUMEN

El modelo de desarrollo económico basado en la explotación masiva de los recursos naturales nos ha llevado a una situación de emergencia planetaria en la que se han venido produciendo diversos conflictos bélicos por el control de los

recursos naturales. Bajo este escenario, en un grupo de docentes de la Universidad de Alicante está llevando a cabo una propuesta didáctica basada en un proyecto de aprendizaje-servicio, a través de la cual, los futuros maestros de infantil aprenden sobre consumo responsable y sostenibilidad ambiental, mediante el estudio del ciclo de vida de un teléfono móvil. Como producto de este proyecto, se colabora con la ONGD Alboan, recogiendo teléfonos móviles para ayudar, en Congo, a las mujeres que han sido víctimas de violencia sexual, con proyectos educativos y con ayudas alimenticias a familias refugiadas de este país.

Palabras clave: Educación ambiental; aprendizaje basado en proyectos; sostenibilidad; coltán; cooperación internacional.

INTRODUCCIÓN

El Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005–2014), que surgió de la Cumbre de la Tierra celebrada en Johannesburgo en el año 2002, se confirmó la importancia de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Su objetivo era integrar los principios, valores y prácticas del Desarrollo Sostenible en todos los aspectos de la educación y el aprendizaje, con el fin de estimular cambios en el conocimiento, los valores y actitudes en favor de una sociedad más sostenible y justa para esta generación y las del futuro. (UNESCO, 2016 p. 6). Es por ello por lo que, en la Conferencia Mundial de la UNESCO para la Educación para el Desarrollo Sostenible, celebrada en Bonn en el año 2009 se hacía referencia, entre otros muchos aspectos a la necesidad de reorientar los programas de elaboración de planes de estudio y formación de docentes para integrar la Educación para el Desarrollo Sostenible en los programas de formación inicial y de formación continua de los docentes (UNESCO, 2009, en Vilches y Gil, 2013).

Tras este decenio, la ONU aprobó en el año 2015 la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, que cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2015), con el propósito de crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos a los que se enfrenta nuestro planeta y conseguir, así que el planeta haga la transición a una senda más sostenible (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019). El Programa de Acción Mundial para la Educación para el Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2014) es reconocido actualmente como elemento clave de la educación de calidad y facilitadora crucial del Desarrollo Sostenible y pretende contribuir con la Agenda 2030 a través de la (1) la reorientación de la educación y del aprendizaje para que todos puedan adquirir conocimientos, habilidades, valores y actitudes que los empoderen y les permitan contribuir a un futuro sostenible y (2) mediante el fortalecimiento de la educación y el aprendizaje en todas las agendas, programas y actividades que promuevan el desarrollo sostenible.

Todo esto se hace necesario, ahora más que nunca, debido a la situación de emergencia planetaria a la que nos ha llevado el desarrollo económico basado en la explotación masiva de los recursos naturales, que ha desembocado en una serie de consecuencias nefastas que abarcan desde profundas desigualdades económicas y sociales, conflictos internacionales por el control de los recursos naturales, el deterioro del medio ambiente, la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y los daños ocasionados por los desastres naturales, hace que debamos abordar esta serie de problemas en nuestra práctica docente, tal y como vienen insistiendo durante décadas expertos e instituciones.

Un ejemplo de ello es el conflicto del Este del Congo, que lleva cobradas más de 5 millones de vidas desde que comenzó, millones de refugiados y es, además, el país del mundo con el mayor número de casos documentados de violencia sexual perpetrada con extrema brutalidad (más de 100.000 violaciones). Lo que muchas personas no saben, es que existe una relación directa entre los hábitos de consumo de las economías del "primer mundo" con la violencia del Este del Congo: los dispositivos electrónicos como, por ejemplo, los teléfonos móviles. Para fabricar estos aparatos, se necesita un mineral denominado coltán, del que Congo posee el 80% de las reservas mundiales, y el control de su extracción ha sido el motivo por el cual este país lleva sumido en un conflicto bélico desde la década de los 90.

Estos ejemplos, constituyen un punto de partida inexcusable para la Educación para el Desarrollo Sostenible que debería ser planteada no sólo para interpretar todos los problemas mencionados en toda su extensión, sino para reorientar nuestras pautas de acción e idear alternativas que partan de criterios de sostenibilidad ecológica y social que permitan pensar y actuar de otro modo para poder transformar progresivamente la forma en la que utilizamos los recursos y, de este modo, contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La formación de los futuros maestros y maestras juega pues un papel clave a la hora de formar a una ciudadanía que haya adquirido los conocimientos, competencias y valores necesarios para analizar los problemas socioambientales y encontrar soluciones a los problemas actuales de sostenibilidad (Vilchez y Gil Pérez, 2013, UNESCO, 2016).

Bajo este escenario, un equipo de docentes de una asignatura del Grado en Maestro en Educación Infantil ha diseñado una propuesta didáctica fundamentada en las directrices previamente citadas, incluyendo las del Programa de Acción Mundial para la Educación para el Desarrollo Sostenible.

OBJETIVOS

El objetivo de la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo es aprender consumo responsable y sostenibilidad ambiental y social, mediante el estudio del ciclo de vida de un teléfono móvil, para que las futuras maestras y maestros dispongan del del bagaje de conocimientos, actitudes y aptitudes necesarias para convertir las escuelas en centros promotores de desarrollo personal de las niñas y niños en lo referente a sus vertientes social, cultural, saludable y sostenible y en concordancia con los ODS, cambiando su forma de ver, actuar y sentir para que, en un futuro, no sólo trabajen por el desarrollo personal de su alumnado, sino que participen en el cambio de hábitos y acciones personales para la mejora de su calidad de vida y su colaboración con acciones que mejoren su entorno cercano.

MATERIAL Y MÉTODOS

El alumnado al que va dirigida la propuesta didáctica son estudiantes de tercer curso del Grado en Maestro en Educación Infantil, de la asignatura de Educación Para el Desarrollo Personal, Social y Medioambiental.

La metodología de la propuesta didáctica está basada en un proyecto – servicio, mediante el cual, como ya se ha mencionado anteriormente, el alumnado estudia consumo responsable y sostenibilidad ambiental y social mediante el estudio del ciclo de vida de un teléfono móvil. Al final de este proyecto, se plantea una acción social directa de cooperación internacional en Congo para ayudar a la población que ha sido víctima de la violencia en el Este del Congo por el control de la extracción de coltán.

Para llevar a cabo este proyecto se establecieron las siguientes fases:

1. Fase de presentación del proyecto. En esta primera etapa del proyecto, se visualizó el documental de *El negocio del coltán* (Amigo, P., Armenteros, D. y Aldama, L, 2015) para generar un debate y una reflexión sobre las condiciones de pobreza de las comunidades que trabajan en las minas y las desigualdades que genera un consumo no responsable, así como la explotación infantil y la violencia sexual que se produce en las minas de extracción de minerales en conflicto. Es importante tomar conciencia de que nuestro acto de consumo tiene una responsabilidad sobre el impacto social y ambiental que se genera.

2. Fase de documentación e investigación. En esta fase el alumnado se dividió en grupos de trabajo de manera que cada grupo realizó una investigación bibliográfica y documental sobre uno de los aspectos del ciclo de vida de un teléfono móvil que se presentan a continuación.

i. ¿Qué materiales se necesitan para fabricar teléfonos móviles, de dónde se extraen y qué impacto ambiental produce su extracción?

ii. ¿Qué impacto social produce la extracción de estos materiales en las poblaciones que viven en esos lugares? ¿Qué sucede con los derechos humanos de esas personas, especialmente con los de las mujeres y los niños?

iii. ¿Quién compra esos materiales? ¿Se realiza un comercio justo? ¿Se producen desigualdades sociales?

iv. ¿Cuál es la huella de carbono desde la fabricación de teléfonos móviles hasta su distribución en las tiendas?

v. ¿Cuáles son los motivos que nos llevan a comprar y/o cambiar de teléfono? ¿Hacemos un consumo responsable de ellos?

vi. ¿Qué uso hacemos de esta tecnología y de las redes sociales? ¿Qué riesgos podemos encontrar si no hacemos un uso adecuado de las mismas?

vii. ¿Dónde podemos depositar estos teléfonos cuando están rotos o cuando ya no los necesitamos?

3. Fase de comunicación de los resultados obtenidos. En esta fase se llevó a cabo la puesta en común de los resultados obtenidos por cada uno de los grupos. Para ello se utilizaron diversos productos finales como posters, vídeos, presentaciones, etc. También se elaboraron unas cajas para la recogida de teléfonos móviles en desuso. De esta manera se pretende colaborar con la ONGD Alboan y su proyecto denominado *Tecnología Libre de Conflicto* que tienen en el este del Congo.

4. Fase de presentación del proyecto al alumnado de la Facultad. En esta fase se ha elaborado una planificación de visitas a todas las aulas y asignaturas de la Facultad de Educación y una pequeña proyección para presentar el proyecto y darlo a conocer, así como concienciar sobre la recogida de teléfonos móviles para financiar escuelas en Congo, para dar asistencia médica a las mujeres que han sido víctimas de violencia sexual en ese país y proporcionar ayuda alimenticia a los refugiados de la guerra del Este del Congo. En esta fase se utilizaron también diversas plataformas de redes sociales como Facebook e Instagram, para aumentar la difusión de este proyecto y conseguir un mayor número de teléfonos móviles.

5. Fase de servicio del proyecto. Durante esta fase, y en paralelo con la fase anterior se llevó a cabo la recogida de teléfonos móviles mediante las cajas distribuidas por la Facultad de Educación para, a final de curso, enviarlos a la ONGD Alboan, a través del proyecto *Tecnología Libre de Conflicto*. Los beneficios obtenidos con la recogida de estos teléfonos se destinarán a ayuda humanitaria en el este del Congo, a las familias refugiadas que huyen de la guerra por el coltán, a las mujeres que han sido víctimas de violencia sexual y también ayudas para educación de la población infantil de este país.

Durante las fases del proyecto, el profesorado de esta asignatura estuvo orientando en todo momento a su alumnado, facilitándoles también, tanto recursos documentales como los materiales necesarios para la construcción de cajas, impresión de los pósters y soporte informático para la elaboración de los productos derivados de este proyecto.

Además, las profesoras de esta asignatura coordinaron las actuaciones de difusión del proyecto por toda la Facultad de Educación concertando las visitas a las diferentes aulas poniéndose en contacto, previamente, con el profesorado de la Facultad para obtener su permiso y así poder entrar en sus clases.

Otra de las actuaciones que realizaron las docentes fue la de establecer un convenio de colaboración con Alboan así como la coordinación del envío de las cajas con los teléfonos recogidos a esta ONGD.

La duración de este proyecto fue de todo el semestre, durante el tiempo de clase de esta asignatura, es decir, 4 horas semanales, pero hay que diferenciar las diferentes fases, de manera que la extensión de cada una de las fases del proyecto quedaría recogida en el siguiente cronograma (Tabla 1).

Tabla 1. Cronograma de las diferentes fases del proyecto durante los cursos 2017-18; 2018-19 y 2019-20*.

CURSOS 17-18; 18-19 Y 19-20*		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO	
Fase	Total horas	1-15	16-28	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31
1	2	X							
2	10	X	X						
3	4		X						
4	6		X	X					
5**	38			X	X	X	X	X	X

*En el curso 2019-20 se ha tenido que paralizar el proyecto debido al Covid-19

** En la fase 5 los teléfonos móviles se recogieron de manera pasiva, ya que eran depositados por los donantes en las cajas que se habilitaron para ello.

En la programación docente de esta asignatura, se abordan contenidos de educación para la salud, el consumo responsable y el medio ambiente, de tal manera que el desarrollo de este proyecto aborda dos de los tres bloques de contenidos de esta asignatura: el bloque de consumo responsable y el bloque de educación ambiental.

Las competencias que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este proyecto son las siguientes:

1. Que el alumnado identifique los graves problemas socio ambientales existentes, como la contaminación, inequidad y mal reparto de los recursos, pobreza, degradación de los ecosistemas, cambio climático y pérdida de biodiversidad.
2. Que conozcan los recursos disponibles para fomentar estilos de vida sostenibles.
3. Que identifiquen los obstáculos que dificultan los cambios de actitudes y comportamientos necesarios para la construcción de sociedades sostenibles.
4. Promover, en los futuros docentes, cambios de hábitos personales y/o grupales que les permitan alcanzar aptitudes, actitudes y valores para la consecución de los ODS que sean motores de cambio y acción ante los problemas socio ambientales de nuestro entorno.

RESULTADOS

Este proyecto se ha llevado a cabo durante 3 cursos académicos, aunque durante este último curso se ha tenido que paralizar el proyecto debido a la situación de emergencia sanitaria producida por el Covid-19. En número de estudiantes que han participado en el proyecto ha sido 233.

El alumnado presentó unos resultados más que satisfactorios derivados de la investigación que realizó durante la fase 2 del proyecto, como así se pudo constatar durante la exposición del mismo por parte de todos los grupos de trabajo, así como en la evaluación final de la asignatura. De esta manera se pudo constatar el aprendizaje de los contenidos de los dos bloques de esta asignatura.

Además, las y los alumnos de la asignatura realizaron cambios de hábitos de consumo y de cuidado del medio

ambiente tras el proyecto realizado. Muchas alumnas nos comunicaron, personalmente, que este proyecto había supuesto "un antes y un después" en sus vidas, y que, a través de este proyecto, no sólo habían aprendido sobre el ciclo de vida de un teléfono móvil y qué consecuencias sociales y ambientales lleva aparejadas, sino que habían tomado conciencia de la importancia de la economía circular y del consumo responsable para evitar las desigualdades sociales y la protección del medio ambiente.

Como producto de este proyecto, el alumnado de esta asignatura elaboró carteles para dar a conocer el proyecto en la Universidad de Alicante y pedir teléfonos móviles viejos para conseguir fondos para el Este del Congo (Figura 1, 2 y 3).

Figura 1. Cartel proyecto 2018. **Figura 2.** Cartel proyecto 2019. **Figura 3.** Cartel proyecto 2020.

Figura 4. Caja de recogida de móviles 2018-2019. **Figura 5.** Caja de recogida de móviles 2020.

b. Diferentes vídeos (Figura 6) y presentaciones para difundir el proyecto. https://www.youtube.com/watch?v=ibqu9muXUUs

Figura 6. Fotogramas de uno de los vídeos realizados por el alumnado en el año 2020

c. Un cuento relacionado con el proyecto, titulado *Piedras negras* (Figura 7), que está en proceso de ser publicado y los fondos que se recauden se destinarán al proyecto *Molinos de mi corazón*, de la Fundación del Dr. Denis Mukwege (Premio Nobel de la Paz 2018) (https://www.mukwegefoundation.org/).

Figura 7. Algunas de las páginas del cuento titulado *Piedras negras*. Autor: Fran Martínez. Ilustraciones: Fran Gandía. Año 2018. En proceso de publicación.

d. Participación en el Día Internacional de los Museos (DIM) en el MUA (Museo de la Universidad de Alicante) en el año 2018, donde se recrearon las minas congoleñas y el impacto ambiental y social que provoca el ciclo de vida de un teléfono móvil para concienciar a los visitantes sobre la responsabilidad que tenemos en este problema y cómo podemos reducir esta forma de consumo insostenible, así como la exposición del cuento *Piedras negras* (Figuras 8, 9 y 10).

Figura 8. Participación de los visitantes en actividades propuestas en la recreación de las minas del Congo.	**Figura 9.** Escolares, en el DIM del Museo de la Universidad, leyendo el cuento: Piedras Negras que el alumnado de la asignatura elaboró para este proyecto.	**Figura 10.** Estand realizado por el alumnado de la asignatura en el DIM para la concienciación del uso responsable del teléfono móvil.

e. En los dos últimos años que se ha llevado a cabo este proyecto, se han recogido 104 Kg de teléfonos móviles. Aún no tenemos el dato de lo que se recogerá el tercer año ya que el proyecto está en desarrollo en este momento.

CONCLUSIONES

Este proyecto ha conseguido que el alumnado de la asignatura alcance los objetivos propuestos, de manera que se ha alcanzado un aprendizaje profundo sobre la sostenibilidad social y ambiental mediante el estudio de un problema real y, además, ha logrado conseguir una toma de conciencia no solo del alumnado de esta asignatura, sino de gran parte de la comunidad universitaria sobre el modelo insostenible de consumo que tienen los países ricos y las desigualdades sociales y el daño ambiental que causa.

Este proyecto pone de manifiesto que la educación es clave para contribuir a la sostenibilidad en nuestro planeta y que está en nuestras manos la posibilidad de adoptar una forma diferente de consumo.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la ONGD Alboan su apoyo para llevar a cabo este proyecto, así como al Museo de la Universidad de hacerse eco de él y potenciar actividades de concienciación para dar a conocerlo. Fotos del DIM cedidas por personal del Museo de la Universidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIGO, P., ARMENTEROS, D (productores) y ALDANA, L. (directora). 2015. *En tierra hostil: el negocio del coltán.* España: Verte.

Naciones Unidas. (2015). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Programa_de_las_Naciones_Unidas_para_el_Desarrollo

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2014). Programa de acción mundial para la Educación para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de: https://es.unesco.org/gap

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2016). Informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2016: La educación al servicio de los pueblos y el planeta. Creación de futuros sostenibles para todos. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248526.

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2013). La Ciencia de la Sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10* (Número Extraordinario), 749-762. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.17

https://waset.org/sustainability-technology-and-education-conference-in-november-2020-in-san-francisco

CF.09 Introducción a la Ingeniería Química en Enseñanza Secundaria Obligatoria utilizando indagación 5E

Miguel Ángel Queiruga-Dios[1*], María Consuelo Sáiz-Manzanares[2], Noelia Velasco-Pérez[3], Emilia López-Iñesta[4], José Benito Vázquez-Dorrío[5]

[1]Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos. [2]Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Burgos. [3]Departamento de Química Orgánica, Universidad de Burgos. [4]Departamento de Didáctica de la Matemática, Universitat de València. [5]Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo. *maqueiruga@ubu.es

RESUMEN

Entre las dificultades en el aprendizaje de la química por parte del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria se apunta a la descontextualización en la enseñanza de esta disciplina, así como la no utilización de metodologías activas y constructivistas. En este artículo se implementan en el aula actividades de indagación siguiendo la metodología 5E basadas en la Ingeniería Química como contexto del alumnado. Se describe la intervención educativa y se muestran los resultados de la evaluación atendiendo a la variable género. La evaluación muestra resultados favorables en la mayoría de los ítems utilizados sin manifestarse una brecha de género excepto en los aspectos de reflexión y estructuración de la información, característicos del método indagatorio, así como en el trabajo en grupo.

Palabras clave: Indagación, IBL, Ingeniería Química, Enseñanza Secundaria Obligatoria, Química

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química es la descontextualización con el medio social y natural (Pozo y Gómez, 2000; Furió-Más, 2006), resultando motivante para el alum-

nado la conexión de esta disciplina con situaciones de interés, el planteamiento de retos, la aproximación metodológica a las técnicas de investigación científica, promover el autoaprendizaje y dar una visión positiva de la actividad científica (Fernández-López y Moreno, 2008), por lo que es necesario que el profesorado genere actividades educativas que modifiquen el contexto artificial limitado en el que se enseña la ciencia (Garmendia y Guisasola, 2015).

En el National Science Education Standards (NSES), publicado por el National Research Council de 1996, podemos leer la siguiente definición de indagación: "Indagación es un conjunto de procesos interrelacionados en los cuales, científicos y estudiantes, plantean cuestiones acerca del mundo natural e investigan un fenómeno". (p. 214).

Algunos aspectos que son esenciales en el aprendizaje por indagación (Bybee et al., 2006; Carpineti et al., 2015; Queiruga-Dios, Sáiz-Manzanares y Montero-García, 2016):

- El alumnado debe reconocer que la ciencia es más que memorización y conocimientos de hechos.
- Los estudiantes deben tener la oportunidad de desarrollar nuevo conocimiento construido a partir de su conocimiento previo e ideas científicas.
- El conocimiento está influenciado del ambiente social del estudiante por lo que debe tener la oportunidad de aprender de otros.
- El alumnado debe tomar el control de su propio aprendizaje.
- El grado en que el alumnado es capaz de aprender con comprensión profunda influirá en cómo se transfiere su conocimiento a contextos de la vida real.

El aprendizaje basado en la indagación (IBL, por sus siglas en inglés: *Inquiry Based Learning*) es un modelo constructivista en el que el alumnado aprende desde los conocimientos previos a través de la interacción con los fenómenos y con pares (Queiruga-Dios, 2016; Queiruga-Dios, 2018); es decir, el estudiantado adquiere el conocimiento reflexionando en sus experiencias, comunicando sus pensamientos y aprendiendo a hacer conexiones entre su propia experiencia y el mundo real.

Entre los modelos de aprendizaje por indagación se encuentra el modelo 5E, que debe su nombre a los cinco estados, como se representa en la Figura 1, que se desarrollan de forma continua (Bybee et al., 2006; Carpineti et al., 2015; Queiruga-Dios, 2018; Queiruga-Dios et al., 2016).

Figura 1. Representación de los estados del modelo 5E de aprendizaje por indagación.

Los tres estados a los que se refiere este modelo son: compromiso, exploración, explicación, elaboración y evaluación.

- **Compromiso** (*engagement*)**.** Esta primera fase involucra al alumnado en la tarea de aprendizaje. Las actividades están orientadas a hacer conexiones con experiencias pasadas y sacar a la luz sus ideas erróneas. El modo de involucrarlo y focalizarlo en la tarea de instrucción puede ser a través de una pregunta, la definición de un problema, la representación de una situación problemática o la exposición de un evento.

- **Exploración** (*exploration*)**.** Las actividades de exploración están diseñadas para el alumnado tenga experiencias concretas que permitan formular conceptos, procesos y habilidades que facilitan el cambio conceptual (Ben-David y Zohar, 2009; Gurt y Tallada, 2017; Nowak, Nehring, Tiemann y Upmeier zu Belzen, 2013). Pueden ser actividades de laboratorio o con software educativo que puedan ayudar a generar nuevas ideas, explorar cuestiones y posibilidades y diseñar y conducir a una investigación preliminar. El profesorado juega en esta etapa un papel de facilitador y animador.

- **Explicación** (*explanation*)**.** La fase de explicación centra la atención del alumnado en un aspecto concreto de sus experiencias anteriores y le permite demostrar su comprensión conceptual, habilidad de procesamiento o comportamiento. Este explica su comprensión del concepto y permite al profesorado, a su vez, introducir un nuevo concepto, proceso o habilidad, con una explicación que puede guiarlos a una comprensión más profunda.

- **Elaboración** (*elaboration*)**.** Durante esta fase el alumnado debate y realiza tareas de información y búsqueda, presentando y defendiendo su aproximación a la tarea instruccional, que repercute en una mejor definición de la tarea (Champagne, 1987, citado por Bybee et al., 2006, p. 10).

- **Evaluación** (*evaluation*)**.** Es la fase en la que el alumnado utiliza las habilidades que han adquirido para evaluar su aprendizaje. Además, recibe retroalimentación respecto a lo adecuado de sus explicaciones. La evaluación informal puede realizarse al principio y durante el desarrollo del ciclo 5E. La evaluación formal puede realizarse después de la fase de elaboración a través de la valoración de los resultados.

La metodología de indagación es un tipo de trabajo colaborativo, centrada en que el alumnado busque la solución a una situación problema, enigma o misterio. Pretende fomentar la curiosidad de los estudiantes, introducirles en el proceso de investigación científica para que lleguen a la resolución del problema mediante argumentos razonables y trabajados, y busca la comprensión autónoma de los temas y aprendizajes, incentivando la profundización y ampliación de contenidos (Agencia Calidad de Educación, 2017).

En la propuesta presentada, el alumnado trabaja contenidos de química mediante microproyectos de indagación a partir de materiales elaborados por el profesorado, de forma que se analiza un compuesto de uso común, partiendo de un enigma planteado. El alumnado debe investigar su origen, proceso de obtención y transformación, aplicaciones y relación con la industria de su entorno, además de otras cuestiones de ampliación propuesta.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos de este trabajo son:

- Mostrar un material didáctico para la enseñanza de la química en la Enseñanza Secundaria Obligatoria según la metodología de indagación 5E relacionada con el contexto de ingeniería química de la industria. En esta comunicación se utilizará, a modo de ejemplo, la ficha “El caucho” (Anexo).

- Analizar los resultados de la evaluación del alumnado.

METODOLOGÍA

Participantes

Se trabajó con una muestra de 22 estudiantes, 14 chicas y 8 chicos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria escolarizados en un centro educativo de la zona centro de una ciudad del norte de España de familias de nivel socio-económico medio-alto.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para este estudio son los siguientes:

Ficha de indagación de Ingeniería Química "El caucho", según la metodología 5E.

Rúbricas de evaluación que incluye el informe de indagación, el trabajo en equipo y la exposición oral del alumnado (Anexo).

Procedimiento

Se obtuvo el consentimiento por parte de la Dirección del Centro donde se llevó a cabo el estudio. Asimismo, se informó a todos los participantes y a sus familias de los objetivos de dicho estudio y se pidió su consentimiento. La asignación concreta a la muestra se efectuó utilizando un muestreo de conveniencia.

La actividad de indagación se implementó dividiendo al alumnado en grupos de trabajo con 4-5 personas, asignando los roles de cooperativos de: dirección, secretaría, portavocía y gerente de tiempo. La actividad comienza presentado el proyecto ante toda el aula, y planteando el misterio de partida (*engage*), para lo que se utilizan muestras reales de caucho y secciones de neumáticos. Posteriormente se guía al alumnado a través de las fases del proceso indagatorio (*explore*, *explain*, *elaborate*). El alumnado debía trabajar las fichas en su cuaderno de trabajo, pudiendo buscar información (mediante equipos informáticos conectados a internet puestos a su disposición durante la clase) y consultar al profesorado. Posteriormente debían entregar un informe y crear una presentación para exponer al resto de grupos.

Las muestras de caucho y neumático empleadas se han obtenido gracias a la colaboración con la empresa Bridgestone S.A. de la ciudad de Burgos, cuya actividad industrial está íntimamente ligada al contenido del proyecto.

RESULTADOS

Para la evaluación de esta actividad se tuvo en cuenta el informe de indagación, el trabajo grupal realizado y la exposición oral; empleando para ello las correspondientes rúbricas.

Los ítems de valoración se han concentrado en 9 aspectos que se enumeran a continuación, y puntuaciones obtenidas por el alumnado se muestran en la Tabla 1:

1. Calidad del contenido generado por el alumnado así como del rigor utilizado para expresar los resultados de la indagación.
2. Se ha valorado si el alumnado responde adecuadamente a las preguntas formuladas por el profesorado.
3. El estudiante obtiene información de calidad cuando se documenta.
4. El estudiante realiza las reflexiones adecuadas y estructura la información relativa a la indagación.

5. Uso de distintas herramientas digitales para elaborar su informe y presentar los resultados.
6. Los documentos generados por el alumnado están correctamente redactados y no contienen faltas de ortografía.
7. Grado de implicación en el trabajo cooperativo.
8. Ajuste a la temporalización de las actividades y de la entrega de resultados.
9. Calidad de la exposición, rigor científico y medios utilizados.

Tabla 1. Ítems y puntuaciones medias obtenidas por el alumnado según género.

ÍTEM	CHICAS N = 14		CHICOS N = 8		PROMEDIO	
	M	DT	M	DT	M	DT
1. Contenido	3.14	1.03	3.25	1.04	3.18	1.01
2. Respuestas de las cuestiones	2.79	0.80	2.75	0.71	2.77	0.75
3. Calidad de la Información	2.71	0.47	2.5	0.53	2.64	0.49
4. Reflexión y Estructuración de la Información	2.14	0.95	1.75	0.89	2.00	0.93
5. Recursos Digitales	2.21	0.43	2.13	0.35	2.18	0.39
6. Gramática y Ortografía	2.57	0.76	2.25	0.89	2.45	0.80
7. Trabajo en grupo	3.00	1.04	2.5	0.93	2.82	1.01
8. Plazos y Tiempo	2.50	1.09	2.13	0.99	2.36	1.05
9. Exposición	2.86	0.77	2.63	0.92	2.77	0.81

Nota: Las puntuaciones están valoradas sobre 4 (M= media, DT= Desviación Media).

En general, los resultados de evaluación son positivos y no existen diferencias significativas entre chicos y chicas. No obstante, puede destacarse que, por ejemplo, en el ítem *4. Reflexión y Estructuración de la Información*, se observa una puntuación muy próxima a 2, las chicas ligeramente por encima pero los chicos por debajo. En el ítem *7. Trabajo en grupo*, las chicas obtienen una puntuación más elevada (3) que los chicos (2.5).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Es incuestionable la relevancia de la incorporación de actividades de indagación al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química (Bybee et al., 2006; Carpineti et al., 2015; Queiruga-Dios et al., 2016; NRC, 1996) y que esta debe realizarse en contextos que conecten los contenidos con el entorno del alumnado (Pozo y Gómez, 2000; Furió-Más, 2006; Fernández-López y Moreno, 2008; Garmendia y Guisasola, 2015). Este trabajo muestra un material didáctico para la enseñanza de la química en la Enseñanza Secundaria Obligatoria según la metodología de indagación 5E relacionada con el contexto de ingeniería química de la industria en el entorno próximo del alumnado implicado. A la vista de los resultados encontrados, resulta conveniente reforzar en el alumnado la reflexión sobre los fenómenos químicos, que precisamente es uno de los focos de interés de los procesos indagatorios, ya que es mediante la reflexión y respuesta a las preguntas formuladas por el profesorado cómo la indagación puede aproximarnos a conceptos necesarios para la construcción de la ciencia.

La utilización de la metodología descrita produce un rendimiento académico, en promedio, homogéneo de todo el estudiantado, a pesar de que la variable género suele resultar un predictor significativo del rendimiento científico del alumnado, siendo las chicas las que habitualmente obtienen un promedio más bajo (Rodríguez-Mantilla, Fernández-Díaz y Olmeda, 2018), aunque no hay ninguna diferencia entre chicas y chicos en términos de capacidad (Botella, Rueda, López-Iñesta y Marzal, 2019).

FINANCIADO

Este estudio se realizó dentro del proyecto EDUCYL2018_04 seleccionado en la convocatoria 237/2018 de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León y es financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León a través de la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Calidad de Educación. (2017). *Talleres.* Recuperado de: http://bit.ly/2GO44iK

Ben‐David, A. y Zohar, A. (2009). Contribution of meta‐strategic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, *31*(12), 1657-1682. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690802162762

Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender diversity in STEM disciplines: A multiple factor problem. *Entropy*, *21*(1), 30. DOI: https://doi.org/10.3390/e21010030

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. y Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS. Recuperado de https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf

Carpineti, M., Childs, P., Dittmar, J., Eilks, I., Fortus, D., Giliberti, M. y Yayon, M. (2015). *Teching the TEMI way. How using mysteries supports sciences learning*. Bruselas: TEMI. Accesible en: http://projecttemi.eu/wp-content/themes/temi/pdf/Temi_teaching_guidebook.pdf

Fernández-López, J. y Moreno, J. (2008). La química en el aula: entre la ciencia y la magia. *I Jornadas sobre nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias y las ingenierías del 16 al 18 de Octubre de 2008*, 1-10. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10317/1088

Furió-Más, C. (2006). La motivación de los estudiantes de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, *17*(Extra 1), 222-227. DOI: http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011

Garmendia, M. y Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(2), 294-310. DOI: http://doi.org/10498/17253

Gurt, C. F. y Tallada, A. M. (2017). Evaluación de habilidades de indagación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1241-1248. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335249

National Research Council (NCR). (1996). *National science education standards.* National Committee for Science Education Standards and Assessment. Washington, DC: The National Academy Press. https://doi.org/10.17226/4962

Nowak, K. H., Nehring, A., Tiemann, R. y Upmeier zu Belzen, A. (2013). Assessing students' abilities in processes of scientific inquiry in biology using a paper-and-pencil test. *Journal of Biological Education*, *47*(3), 182-188. DOI: https://doi.org/10.1080/00219266.2013.822747

Pozo, J. y Gómez, M. (2000). La enseñanza de la Química. En *Aprender y Enseñar en Ciencia* (pp. 150-152). Madrid: Morata.

Queiruga-Dios, M.A. (2018). Indagación en entornos virtuales. En Meneses, J. y Fontana, M.J. (Coords.). Estrategias didácticas para la enseñanza de la física , (pp. 143-156). Burgos: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos.

Queiruga-Dios, M. A. (2016). Indagación, trabajo cooperativo y método científico en la enseñanza-aprendizaje de la física en Secundaria Obligatorio. Propuesta y reflexión. En J. Gómez-Galán, E. López-Meneses & L. M. García. *Instructional Strategies in Teacher Training* (pp. 317-329). San Juan, PR: UMET Press.

Queiruga-Dios, M. Á, Sáiz-Manzanares, M. y Montero-García, C. (2016). *Análisis de Protocolos en Alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.* Doctoral dissertation, University of Burgos, Burgos.

Rodríguez-Mantilla, J. M., Fernández-Díaz, M. J., & Olmeda, G. J. (2018). PISA 2015: Predictores del rendimiento en Ciencias en España PISA 2015: Predictors of Science Performance in Spain. *Revista de Educación*, *380*, 75-102.

ANEXO

RÚBRICA EVALUACIÓN				
	4	3	2	1
1. Contenido	El informe incorpora todos los apartados indicados.	El informe incorpora entre el 75%-50% de los apartados.	El informe incorpora entre el 50%-25% de los apartados.	El informe incorpora menos del 25% de los apartados.
2. Respuestas de las cuestiones	Se responde a todas las cuestiones formuladas.	Se responde al 75% de las cuestiones.	Se responde, al menos, al 50% de las cuestiones.	Se responde a menos del 50% de las cuestiones.
3. Calidad de la Información	La información es original y se presenta elaborada.	La información es original, pero se presenta escueta.	La información es original, pero poco elaborada.	La información es original, pero no se adapta a lo requerido.
4.1. Reflexión	Las respuestas presentan una reflexión profunda.	Las respuestas presentan una reflexión superficial.	Las respuestas presentan una reflexión vaga y errónea.	Solo algunas respuestas contienen una reflexión vaga y errónea.
4.2. Estructuración de la Información	La disposición de la información es excelente.	La disposición de la información es adecuada, pero mejorable.	La disposición de la información presenta carencias importantes.	La información se muestra de forma desordenada.
5. Recursos Digitales	El informe se acompaña de diversidad de recursos digitales (vídeo, imagen, páginas web, etc.), algunos elaborados por el alumnado.	El informe se acompaña de diversidad de recursos (vídeo, imagen, páginas web, etc.).	El informe se acompaña de algunos recursos digitales.	El trabajo no contiene recursos digitales.
6. Gramática y Ortografía	No hay errores gramaticales ni ortográficos.	Apenas hay errores gramaticales ni ortográficos.	Hay bastantes errores gramaticales u ortográficos.	Hay muchos errores gramaticales u ortográficos.

RÚBRICA EVALUACIÓN				
	4	3	2	1
7.1. Trabajo cooperativo	El grupo se ha organizado según los roles y desarrolla adecuadamente la actividad	El grupo se ha organizado según los roles y desarrolla adecuadamente la actividad. En alguna ocasión se distrae.	El grupo no se ha organizado según los roles, aunque realizan la actividad. Algunas personas del grupo solo miran.	El grupo no se ha organizado según los roles, y algunas personas del grupo solo miran. En ocasiones, charlan de cosas ajenas a la actividad.
7.2. Trabajo en grupo	Se muestra trabajo que grupo (todo miembro del equipo responde cuestiones de cualquier parte del trabajo).	No se muestra trabajo de grupo (cada miembro responde cuestiones de una parte del trabajo), aunque las partes están relacionadas.	Se trata de trabajo individual puesto en común.	No se observa ningún tipo de trabajo grupal.
8. Plazos y Tiempo	Se presenta el trabajo finalizado en el plazo acordado.	En el plazo fijado, el trabajo está incompleto.	En el plazo fijado, el trabajo entregado está incompleto y desestructurado.	El trabajo no se presenta en el plazo fijado.
9.1. Estilo de la presentación	La presentación es llamativa (videos, ejemplos) y la expresión correcta y clara para explicar el contenido.	La presentación es apropiada, la exposición es por momentos amena, no se lee el informe. y los gestos, contacto visual.	La exposición es, en general, correcta, aunque poco clara y en general, no se usan gestos, contacto visual o tono de voz apropiados.	No usa un estilo de presentación adecuado, la expresión no es correcta ni clara y lee continuamente de las transparencias.
9.2. Tratamiento de la información	Hay rigor conceptual en el tratamiento de las informaciones.	En general, las informaciones están bien tratadas y parece que el alumnado ha comprendido gran parte del tópico asignado.	Las informaciones no son tratadas, en general con rigor conceptual y los razonamientos no son oportunos.	El alumnado no trata las informaciones con rigor conceptual y parece no haber comprendido el tópico asignado.
9.3. Elementos utilizados en la exposición	Utiliza distintos elementos para su exposición (póster, vídeo, diapositivas).	Además de la presentación, ha elaborado otro elemento para su exposición (póster o vídeo).	Utiliza una presentación con diapositivas adecuada.	Utiliza una presentación muy sencilla o solo utiliza papel.

CF.10 La Química Verde y la Eficiencia Energética en la formación permanente del profesorado

Pía José González García, Mariona Espinet Blanch, Anna Marbà Tallada

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. piajo@ug.uchile.cl.

RESUMEN

La química verde representa los esfuerzos para rexaminar y rediseñar herramientas y procesos para producir, transformar y utilizar productos químicos que aumenten la eficiencia y eficacia de los procesos y que minimicen residuos y daños al ser humano. Se analizaron las valoraciones de maestros/as en ejercicio sobre una propuesta para el trabajo de la Eficiencia Energética en el aula. A través de un análisis cualitativo del contenido y un tratamiento estadístico de un cuestionario sobre la eficiencia energética, se observa que los maestros identifican facilitadores y barreras para la implementación, se destaca el contexto cotidiano y real y el uso de materiales simples. Se concluye que las valoraciones son positivas entre la Eficiencia Energética y la implementación en el aula y que se presenta como una oportunidad para generar una construcción didáctico-pedagógica para su desarrollo.

Palabras clave: química verde, eficiencia energética, enseñanza de la química, formación permanente

INTRODUCCIÓN

Las problemáticas asociadas al ambiente han planteado un nuevo escenario para las disciplinas científicas, tensionando los límites de acción de los clásicos campos científicos, pues las soluciones que se puedan diseñar

e implementar necesitan de un trabajo que Komiyama y Takeuchi (2006), han denominado transdisciplinar. Esto ha provocado modificaciones en las lógicas de trabajo de las disciplinas.

Consecuentemente, los cambios en la sociedad demandan una enseñanza de las ciencias que sea coherente con las nuevas realidades, donde la multiplicidad de soluciones, la controversia y la ética tienen un importante protagonismo (Martín Gámez, Prieto Ruz y Jiménez López, 2015).

De acuerdo con Hadinugrahaningsih, Rahmawati y Ridwan (2017), la enseñanza y aprendizaje de la química se enfrentan a varios desafíos, algunos de ellos son relacionar los conceptos fundamentales de la química y las habilidades para el sigo XXI y encontrar vínculos entre el pensamiento abstracto y la relación con la vida cotidiana de los estudiantes. Lo que se enmarca en el cuestionamiento general a los procesos formativos que la escuela como institución conservadora sigue manteniendo.

En este contexto es que las ciencias experimentales y, en particular la química, ha desarrollado conocimientos básicos que pueden instalarse como soluciones a algunas de las problemáticas que involucran los daños y deterioros del ambiente. Para Marques y Machado (2014), este contexto impulsó la aparición de la química verde (QV) hace más de 25 años, formando parte del desarrollo de estrategias que recogieron las demandas científicas sobre la producción de productos químicos.

OBJETIVOS

Analizar las valoraciones de maestros/as en ejercicio sobre una propuesta para el trabajo del principio de la Química Verde de Eficiencia Energética en el aula

MARCO TEÓRICO

Química Verde

De acuerdo con De Marco, Rechelo, Tótoli, Kogawa y Salgado (2018), es probable que Clive Cathcart fue el primero que usó el término “química verde” en una discusión sobre el crecimiento de la industria Química Irlandesa (Cathcart, 1990). Pero la QV que hoy conocemos fue desarrollada en un artículo por Anastas y Williamson, “Green Chemistry: An Overview” (P. Anastas & Williamson, 1996) y corresponde a las bases de la QV que hoy se continua aportando al campo científico.

Anastas y Eghbali (2010), han descrito que la QV representa los esfuerzos para rexaminar y rediseñar las herramientas y procesos científicos para producir, transformar y utilizar productos químicos que aumenten la eficiencia y eficacia de los procesos, a la vez que se minimizan los residuos y los daños al ser humano y al ambiente

El estudio de la QV, se ha basado en la formulación de 12 principios como criterios o directrices que proporcionan el marco para el diseño de productos químicos desde una perspectiva sostenible y constituyen una construcción general para el desarrollo de productos químicos y transformaciones químicas más seguras (Anastas y Eghbali, 2010).

Los 12 principios de la química verde son los siguientes (Anastas y Warner, 1998): (1) Prevención de los residuos; (2) Economía atómica; (3) Métodos de Síntesis menos peligrosa; (4) Diseño de productos químicos más seguros; (5) Solventes auxiliares más seguros; (6) Diseño para la eficiencia energética; (7) Uso de materias primas renovables; (8) Reducir el uso de derivados; (9) Catálisis; (10) Diseño para la degradación; (11) Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación; (12) Química inherentemente segura, para la prevención de accidentes (Ver Figura 1).

Tal y como proponen Anastas y Kirchhoff (2002), existe una necesidad de ampliar el foco de acción, que hasta

hoy se reduce al ámbito académico universitario y, se debe incorporar a la educación primaria y secundaria, pues si lo que necesitamos es un biósfera sostenible, es decir, aquella ecológicamente racional, económicamente factible y socialmente justa (Lubchenco, 1998), la QV puede ofrecer un escenario de soluciones que deben ser incorporados desde los primeros años de enseñanza.

Eficiencia Energética

Quadrelli (2016), dice que una "regla de oro" para la QV es minimizar el consumo de energía, a la vez que se asegure una mejora o mantenimiento de la producción final de un proceso químico, es decir, se maximiza la intensidad de la energía.

Dentro de los principios de la QV, se encuentra el diseño para la Eficiencia Energética (EE), Anastas y Eghbali (2010) la definen como el reconocimiento de los impactos ambientales y económicos de los requisitos energéticos de los procesos químicos, con el fin de minimizarlos y si es posible, los métodos sintéticos deben realizarse a temperatura ambiente.

Enseñanza de la Química Verde y la Eficiencia Energética

De acuerdo con Hadinugrahaningsih, Rahmawati y Ridwan (2017), la química debe enseñarse contextualmente para alentar a los estudiantes a resolver problemáticas de la vida real, desde la perspectiva de la química, de manera que la encuentren útil y significativa.

En tanto que Mascarell y Vilches (2016), argumenta que las aportaciones de la QV y su papel para avanzar hacia la sostenibilidad en la educación son, en general, escasas. Por lo que podría ser importante incorporar estrategias, contextos y temáticas en la formación inicial como permanente del profesorado que respondan a la situación ambiental actual, a partir de experiencias concretas.

Es por lo anterior que la EE se presenta como un principio de gran relevancia en término de la enseñanza de la química y de la física, pues la energía y sus transformaciones es una de las grandes ideas de estas disciplinas y, por lo tanto, el trabajo tanto con este principio como con la QV en su totalidad, son un aporte en términos de la enseñanza y aprendizaje en todos los niveles, en el actual contexto ambiental.

METODOLOGÍA

Colección de datos

La colección de datos se llevó a cabo durante el año 2017, con la participación de 18 maestros/as de educación primaria y secundaria (desde 1 a 20 años de experiencia en el aula), participantes de un Diplomado de enseñanza y aprendizaje de la Química Verde, en la Universidad de Chile, con una duración de 225 horas (129 h presenciales, 60 h estudio y trabajo personal y 36 h diseño y aplicación en el aula).

El proceso de desarrollo profesional docente contempló clases expositivas, analizando la QV y sus 12 principios y las posibles conexiones con el currículo, nacional; talleres de análisis a través de laboratorios experimentales, a partir de problemáticas cotidianas por medio de preguntas para cada uno de los principios de la QV (Ver Figura N°1); talleres de elaboración e implementación en el aula de actividades teórico-prácticas.

N°	Principio de la Química Verde	Pregunta
1	Prevención de los residuos	¿Por qué se promueve botar el aceite en un recipiente y no en la alcantarilla?
2	Economía atómica	¿Podemos utilizar solo un indicador para analizar cuan verde es un proceso?
3	Métodos de Síntesis menos peligrosa	¿Debemos preocuparnos del origen de las sustancias como edulcorantes?
4	Diseño de productos químicos más seguros	¿Todo lo químico es tóxico?
5	Solventes auxiliares más seguros	¿Puede usar el agua para limpiar cualquier mancha que tenga alguna tela?
6	Diseño para la eficiencia energética	Uso del horno microonda, ¿peligroso y dañino o seguro y eficiente?
7	Uso de materias primas renovables	¿Los residuos domiciliarios pueden ser una materia prima?
8	Reducir el uso de derivados	¿En qué otras actividades se pueden reducir: las etapas de un proceso, los reactivos, los derivados, el uso de la energía?
9	Catálisis	¿Conoces catalizadores distintos a los de un automóvil?
10	Diseño para la degradación	¿Qué ventajas y desventajas habría si se aplicase en tu ciudad la prohibición del uso de bolsas plásticas?
11	Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación	¿Eres consciente de realizar acciones que reduzcan los impactos negativos en el ambiente?
12	Química inherentemente segura, para la prevención de accidentes	¿Cuál es el propósito de tener y respetar los protocolos o normas de seguridad ambiental?

Figura N° 1. Principios y preguntas de contexto: esta figura muestra los principios de la química verde y las preguntas de contexto trabajadas con los/as maestros/as

RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS

De todo el programa se seleccionaron las sesiones desarrolladas en torno al principio de EE. Este fue trabajado en las sesiones 12 y 13 (de un total de 43 sesiones, de 3 h cada una). La pregunta de contexto que orientó el trabajó, fue "Uso del horno microondas, ¿cuáles son los mitos de su uso?, en tanto que el trabajo experimental desarrollado se describe en la Figura N°2.

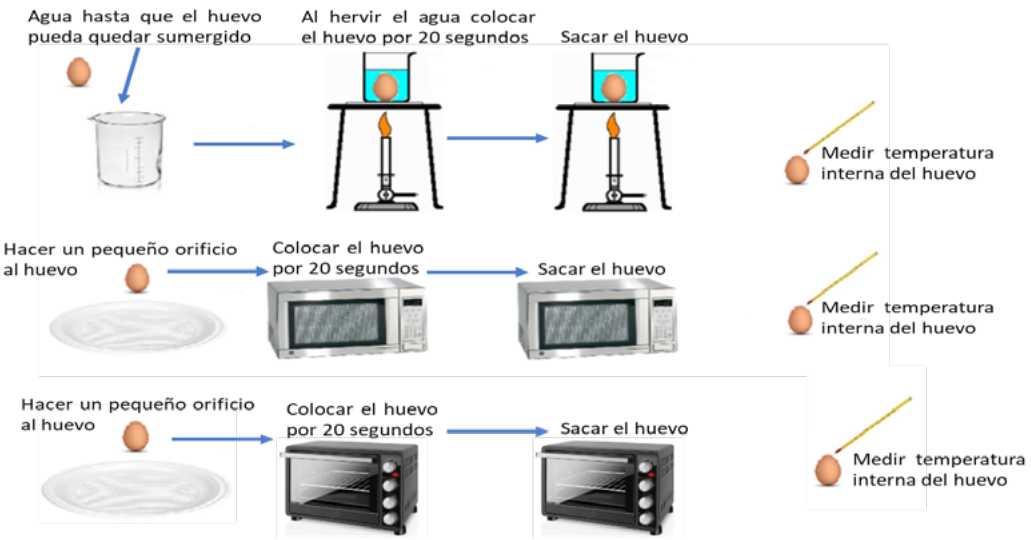


Figura 2. Pasos prácticos para el trabajo con la EE: muestra la experiencia de laboratorio desarrollada por los/as maestros/as para el trabajo de la EE

La pregunta fue respondida en grupos de trabajo, conformados por 3 participantes, a quienes el primer día de clases, se les entregó una rúbrica socializada y co-construída con el grupo para orientar las respuestas.

Al término de las sesiones se les entregó un cuestionario que contenía un apartado en escala Likert y preguntas abiertas (Ver Figura N°3).

El instrumento recogió las impresiones de los participantes mediante una escala tipo Likert (Cohen, Manion y Morrison, 2007) de 5 puntos, además de dos preguntas abiertas que levantaron valoraciones generales sobre el módulo, pues solicitaba describir cuáles aspectos facilitaban la implementación de la EE y qué barreras observaban.

El análisis de los datos se orientó a través de:

- Un enfoque de análisis de contenido cualitativo (ACC) (Krippendorff y Bock, 2009) utilizando el software Atlas.ti. para identificar las valoraciones declaradas por los docentes en las 2 preguntas.
- Un análisis estadístico descriptivo de las respuestas a los ámbitos contenidos en formato de la escala Likert.

COMUNIDAD QUÍMICA VERDE

Cuestionario para evaluar cada principio

Este cuestionario tiene por objetivo reflexionar sobre la vinculación del trabajo práctico realizado, el principio abordado y los lineamientos curriculares en la enseñanza escolar. Además, es una guía para avanzar en la propuesta e implementación del trabajo final del Diploma. Por lo tanto, es una herramienta indispensable para el desarrollo semanal de los tópicos.

Nombre: _____

Responda su acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones, para lo cual utilice las siguientes opciones:

TA : Totalmente de acuerdo
A : En acuerdo
N : Ni de acuerdo ni en desacuerdo
DA : En desacuerdo
TD : Totalmente en desacuerdo

N°	Afirmación	TA	A	N	DA	TD
1	Este módulo contribuyó a contextualizar temas de las Ciencias Naturales					
2	El módulo colaboró en desarrollar nuevas herramientas en mi desempeño docente.					
3	La presentación sobre Química Verde clarificó el principio involucrado.					
4	La relación entre la Química Verde y el Currículum escolar es clara.					
5	La propuesta trabajada tiene relación con los habilidades y actitudes científicas.					
Desarrolle las siguientes preguntas.						
6	¿Qué facilitadores existen para implementar los aprendizajes y/o prácticas en el aula? (Considere "Facilitador" como todo aquel elemento o razón que favorece la implementación de los aprendizajes y/o prácticas en el aula).					
7	¿Qué barreras existen para implementar los aprendizajes y/o prácticas en el aula? (Considere "Barreras" como todo aquel elemento o razón que obstaculiza la posibilidad de implementar los aprendizajes y/o prácticas en el aula).					

Figura 3. Instrumento de recogida de datos: la siguiente figura muestra el instrumento aplicado por cada principio

RESULTADOS

Un primer nivel de análisis de ACC identifica en las respuestas 2 áreas de contenidos: Barreras y Facilitadores para la implementación en el aula. La primera hace referencia a

los ámbitos que los participantes valoran como aspectos que facilitan la implementación en el aula. Mientras que la segunda, a aquellos ámbitos a que se presentan como barreras de la posible implementación en el aula.

El análisis permite identificar 6 facilitadores y 6 barreras de la posibilidad de implementación en el aula (ver Figura N°4).

De los facilitadores y barreras planteadas por los/as maestros/as, destacan el contexto cotidiano y real de la experiencia planteada, así como que esta sea con materiales simples.

Con respecto a los resultados de la escala Likert, los puntos Totalmente de acuerdo y de acuerdo suman un 98,8% en cada una de las 5 afirmaciones. El punto Ni en acuerdo ni en desacuerdo, suman un promedio de 1,2%. En tanto que los puntos En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo, no obtuvieron preferencias. (Ver Figura 5.)

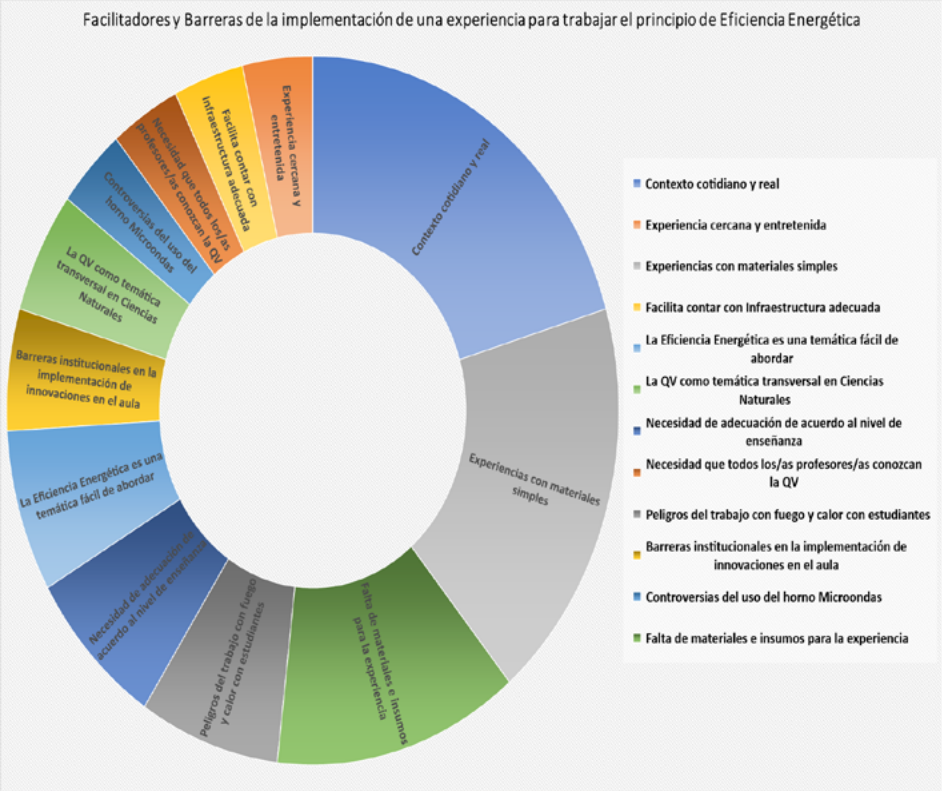


Figura 4. El gráfico muestra los resultados del ACC a las respuestas de los/as maestros/as sobre los facilitadores y barreras de la implementación en el aula

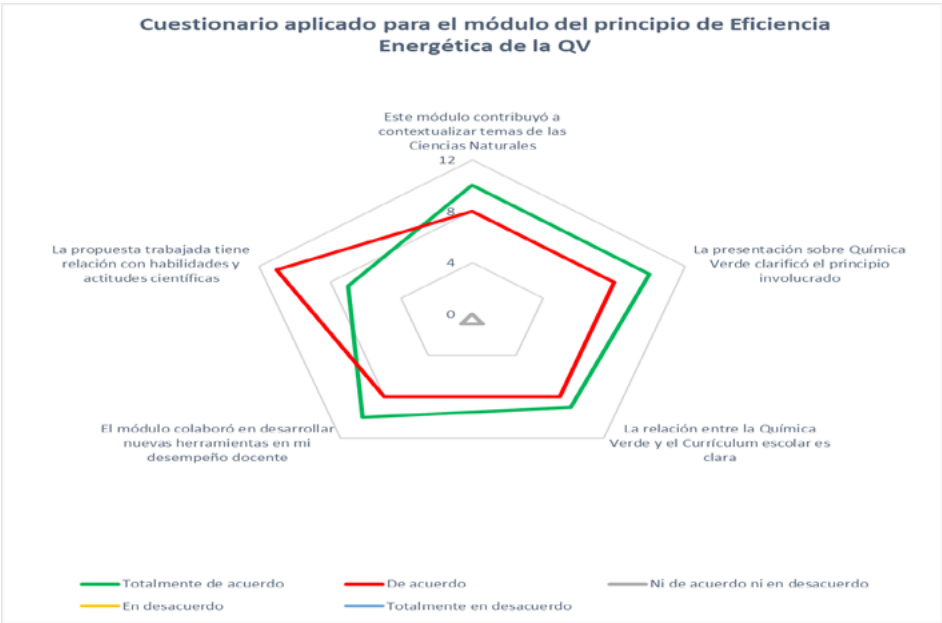


Figura 5. Respuestas al cuestionario aplicado para el principio de diseño de EE

CONCLUSIONES

Las valoraciones declaradas por los/as maestros/as en ejercicio permiten conectar positivamente el principio de EE de la QV con la implementación en el aula, validando el desarrollo e integración de esta temática con la escuela.

El hecho de identificar mayoritariamente facilitadores de la experiencia, como la utilización de un contexto cotidiano y el uso de materiales simples para el desarrollo de la experiencia, por sobre la falta de algunos materiales en las escuelas para el desarrollo de la experiencia (tal y como se presentó en el Diplomado), son una oportunidad y un reto de profundización en torno a procesos didácticos y metodológicos para la QV y los diferentes principios que esta trabaja.

Finalmente las valoraciones sobre la EE exponen el desafío para la enseñanza de las Ciencias Experimentales en ofrecer temáticas contingentes para la ciudadanía, en un contexto ambiental -glocal- que exige la formación de ciudadanos/as responsables con su entorno.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID)/Programa de Becas/Doctorado Becas Chile/2017 – 72180281 y el Ministerio de Economía y Competitividad (España) (con referencia PGC2018-096581-B-C21) en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anastas, P. y Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chem. Soc. Rev.*, *39*(1), 301–312. https://doi.org/10.1039/B918763B

Anastas, P. T. y Kirchhoff, M. M. (2002). Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of Chemical Research*, *35*(9), 686–694. https://doi.org/10.1021/ar010065m

Anastas, P. T. y Warner, J. C. (1998). *Green chemistry : theory and practice*. Oxford University Press.

Anastas, P. y Williamson, T. (1996). Green Chemistry: An Overview. In Green Chemistry: Design Chemistry for the Environment. *American Chemical Society*. Recuperado de https://ci.nii.ac.jp/naid/10014851819/

Cathcart, C. (1990). Green chemistry in the emerald isle. *Chemistry and Industry (London)*, (21), 684–687. https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8037246

Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. *Routledge* (Sexta Edic). Nueva York. https://doi.org/10.1080/19415257.2011.643130

de Marco, B. A., Rechelo, B. S., Tótoli, E. G., Kogawa, A. C. y Salgado, H. R. N. (2018). Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal*. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.07.011

Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y. y Ridwan, A. (2017). Developing 21st century skills in chemistry classrooms: Opportunities and challenges of STEAM integration. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1868). https://doi.org/10.1063/1.4995107

Komiyama, H. y Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline. *Sustainability Science*, *1*(1), 1–6. https://doi.org/10.1007/s11625-006-0007-4

Krippendorff, K. y Bock, M. A. (2009). *The content analysis reader*. Sage Publications.

Lubchenco, J. (1998). ASSOCIATION AFFAIRS - Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science.*, *279*(5350), 491. Recuperado de http://science.sciencemag.org/

Marques, C. A. y Machado, A. A. S. C. (2014). Environmental Sustainability: Implications and limitations to Green Chemistry. *Foundations of Chemistry*, *16*(2), 125–147. https://doi.org/10.1007/s10698-013-9189-x

Martín Gámez, C., Prieto Ruz, T. y Jiménez López, M. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de Las Ciencias*, *33*(1), 167–184. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias

Mascarell, L. y Vilches, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Ensenanza de Las Ciencias*, *34*(2), 25–42. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1688

Quadrelli, E. A. (2016). 25 years of energy and green chemistry: Saving, storing, distributing and using energy responsibly. *Green Chemistry*. Royal Society of Chemistry. https://doi.org/10.1039/c5gc90069g

CF.11 La evaluación como agente de cambio emocional. El caso de maestros en formación inicial

Diego Armando Retana-Alvarado[1,2], María Ángeles de las Heras Pérez[2], Bartolomé Vázquez-Bernal[2] y Roque Jiménez-Pérez[2]

Escuela de Formación Docente. Universidad de Costa Rica[1]. Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva, España[2]. diegoarmando.retana@ucr.ac.cr

RESUMEN

El presente estudio analiza el cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia la evaluación en una intervención indagatoria. Se llevó a cabo un estudio de naturaleza no experimental. Participaron 54 estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria y una formadora de la Universidad de Huelva. El instrumento de primer orden consistía en un cuestionario con escala tipo Likert que indagaba en la intensidad de catorce emociones. El instrumento de segundo orden consistía en un sistema de categorías para el análisis de la reflexión plasmada en una entrevista semiestructurada a la formadora. Los resultados sugieren el predominio de las emociones positivas en el transcurso de toda la intervención, sin embargo, el cambio no es estadísticamente significativo. La evaluación asume un carácter regulador de las emociones y el aprendizaje en la interacción entre pares y formadora.

Palabras clave: emociones; conocimiento didáctico del contenido; evaluación; complejidad; indagación; maestros en formación inicial.

INTRODUCCIÓN

El estudio que presentamos se ubica en la investigación sobre el cambio en las emociones de maestros en formación inicial. El equipo al que pertenecemos ha realizado diversos trabajos (Retana-Alvarado, de las Heras Pérez, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2018, 2019) en los que se evidencia un incremento significativo de

las emociones positivas y una disminución también significativa de las emociones negativas hacia una asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), los contenidos científicos, la metodología, la formadora y el clima de aula en el marco de una intervención indagatoria y metaemocional. La indagación correlaciona positivamente con interés y disfrute hacia el aprendizaje de la ciencia (Dean y Areepattamannil, 2019). Los hallazgos de nuestros estudios revelan que el cambio ocurre de manera gradual, con un efecto mayor en el clima de aula. Se sustenta en la integración de la educación emocional con el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) y los problemas profesionales de la práctica.

Gess-Newsome (2015) presenta un modelo de conocimiento profesional que incluye CDC. El modelo establece las interacciones entre bases del conocimiento profesional (la evaluación, por ejemplo), conocimiento profesional de los tópicos específicos, afectos y concepciones, CDC personal y habilidad en la enseñanza, emociones y resultados de aprendizaje de los estudiantes. El CDC representa un atributo personal que se considera como conocimiento base para la enseñanza de un tópico particular en un contexto de aula muy específico y como habilidad en la acción. Los cambios dependen de las emociones que experimentan durante la enseñanza de los contenidos. Más adelante, Carlson y Daehler (2019) proponen un modelo refinado que incluye tres esferas: CDC colectivo, CDC personal y CDC en la acción.

En este marco de referencia, la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal, Mellado, Jiménez-Pérez y Taboada, 2012) es una herramienta para el análisis de la reflexión y práctica, así como la identificación de obstáculos de naturaleza epistemológica, afectiva y contextual (Retana-Alvarado et al., 2019). En este sentido, cuando analizamos la reflexión nos referimos a un conjunto de categorías que conforman el CDC personal.

Actualmente, ha incrementado el interés por el rol que asume la evaluación en el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias (Black y Atkin, 2014; Vázquez-Bernal, Mellado, Jiménez-Pérez, y Martos, 2013). Desde una perspectiva constructivista, Rivero et al. (2017) sostienen que, en un programa formativo, los futuros docentes muestran resistencia al cambio en el conocimiento respecto a la finalidad de la evaluación. En este contexto, se analiza el cambio en las emociones hacia la evaluación, en la interacción con una enseñanza de las ciencias basada en indagación.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

A partir de los antecedentes anteriores se derivan los problemas de investigación, que se representan en las siguientes preguntas:

- ¿Cómo cambian las emociones positivas y negativas hacia la evaluación, con una intervención indagatoria?
- ¿Cuáles son los niveles de reflexión, en que se encuentra la formadora respecto a la evaluación, según las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad?

Sostenemos que la reflexión de la formadora aporta evidencias cualitativas respecto a la evaluación como base del conocimiento profesional, promotora del cambio emocional. Sus acciones y decisiones configuran el CDC de referencia sobre el contenido científico "ecosistema" de los futuros maestros, el cual es modelado desde la transferencia emocional en un contexto formativo que se sustenta en el marco de referencia de la indagación.

METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en un diseño de naturaleza no experimental, en el que se consideran los momentos durante y después de la intervención. Desarrollamos la investigación en la Universidad de Huelva (España) en el primer cuatrimestre del curso 2016-2017. Se contó con la participación continua de los estudiantes del

grupo T1 (N=54), matriculados en la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I (6 créditos ECTS) del Grado de Maestro de Educación Primaria. Los participantes proceden de Huelva, Sevilla, Cádiz, Italia y Alemania. En cuanto al género, la tercera parte son varones. La media de edad corresponde a 22,16 años (DE=4,10). El 90% ingresó a la universidad a través del Bachillerato, siendo Ciencias Sociales y Humanidades (71%), las modalidades predominantes. La profesora titular, quien dinamiza la interacción cognitiva, afectiva y social es experta en Botánica, Educación Ambiental y DCE.

El diagnóstico de las emociones al comienzo del curso permitió el diseño e implementación de una intervención basada en la metodología indagatoria que buscaba la regulación de las emociones negativas, dado que exponen rechazo hacia las ciencias, miedo a la asignatura y al contenido. La intervención incluye el estudio sobre los ecosistemas mediante la resolución de una cuestión sociocientífica sobre urbanización en un Parque Natural, reconocido por la presencia de un bosque de enebros marítimos (*Juniperus oxycedrus*), especie críticamente amenazada. La intervención promueve el empoderamiento de los estudiantes a través de su participación en un juego de rol en que toman decisiones fundamentadas en pruebas respecto al problema social que tiene una base científica, de tal forma que desarrollan habilidades de argumentación en un contexto promotor del activismo. La intervención se enmarca en un ciclo de aprendizaje organizado en siete sesiones donde los estudiantes desarrollan prácticas científicas como recolección de pruebas, argumentación, debate para informar decisiones y estrategias de regulación emocional como meditación (Retana-Alvarado et al., 2018, 2019).

El instrumento de recogida de información (primer orden) es una escala Likert construida y validada por los autores. Está definida con un valor desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo) que indica la intensidad con la que el participante manifiesta la experimentación de catorce emociones. El tamaño de la muestra y la distribución de los datos obtenidos determina la ausencia de normalidad (prueba Kolmogorov Smirnov: p<,05 en cada variable, 95% de confianza). En la tabla 1 se aprecia que los valores □ de Cronbach fueron satisfactorios.

TABLA 1. FIABILIDAD DEL CUESTIONARIO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE EMOCIÓN Y EL MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN

Tipo de emoción	Durante	Después
Emociones negativas	,87	,88
Emociones positivas	,88	,86

La administración se llevó a cabo en diciembre de 2016 y enero de 2017, confirmando el anonimato y la confidencialidad. Se realizó un análisis descriptivo con SPSS 23© para evaluar las propiedades psicométricas. Se aplicó la U de Mann-Whitney (N=108) para determinar si existen diferencias significativas según el momento.

Para aportar un contraste, realizamos análisis de la reflexión interrogativa de la formadora, derivada de una entrevista semiestructurada. Establecemos un sistema de categorías (ver tabla 3, más adelante) como instrumento de segundo orden que permite analizar la evaluación como agente de cambio, a partir del modelo de conocimiento profesional del profesorado (Gess-Newsome, 2015), coherente con unos niveles de complejidad creciente que se representan en la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2012). Así, abordamos la interpretación desde seis subcategorías. Por razones de espacio, en futuras publicaciones justificaremos teóricamente cada subcategoría. El análisis de contenido y frecuencias se realiza con AQUAD 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del cambio en las emociones hacia la evaluación

En la tabla 2 y figura 1 se evidencia que los maestros en formación inicial manifiestan emociones positivas con

mayor intensidad durante y después de la intervención, a diferencia de las emociones negativas. En términos globales, tensión e interés son las emociones negativas y positivas respectivamente que se mantienen como aquellas variables de mayor intensidad en ambos momentos. No existen diferencias estadísticas significativas en función del momento.

TABLA 2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO E INFERENCIAL SOBRE EL CAMBIO EN LAS EMOCIONES HACIA LA EVALUACIÓN

	Durante		Después			
Variable	M	DE	M	DE	U	p*
Susto	1,70	,88	2,07	1,14	1,72	,079
Temor	1,72	,96	2,03	1,19	1,69	,12
Enojo	1,39	,71	1,41	,77	1,46	,98
Tensión	1,93	1,00	2,17	1,21	1,63	,28
Frustración	1,76	,93	1,49	,77	1,26	,17
Aburrimiento	1,37	,65	1,37	,61	1,53	,58
Rechazo	1,33	,64	1,31	,68	1,41	,65
Entusiasmo	3,69	,74	3,88	,72	1,65	,19
Satisfacción	3,87	,89	3,92	,82	1,49	,85
Interés	4,00	,77	4,22	,72	1,64	,23
Aceptación	3,96	,89	4,05	,82	1,47	,91
Tranquilidad	3,70	,96	3,46	,99	1,23	,15
Bienestar	3,76	,95	3,80	,78	1,41	,74
Asombro	3,26	1,30	3,31	1,27	1,43	,87

Nota: *p<,05

Tabla 3. Categoría, subcategorías y códigos para el análisis de la evaluación

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍAS	DESCRIPTORES*	CÓDIGOS
Conocimiento de la evaluación	Objeto de la evaluación	DT: Se fundamenta en la medición de los aprendizajes a través de la objetividad, justicia, fiabilidad y precisión de los instrumentos.	TOBJ
		DP: Factores como la relación entre la calificación y el prejuicio que ésta posee respecto a la capacidad del alumnado, justificado en el conocimiento previo de las características particulares inciden en la subjetividad de la evaluación.	PSUB
		DC: Se analiza el desarrollo cognitivo y emocional del alumnado, el profesor y la intervención. Actúa como elemento regulador y de transformación colectiva para un aprendizaje significativo y reflexivo.	CDES, CREG

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍAS	DESCRIPTORES*	CÓDIGOS
	Qué evaluar	DT: Se evalúa la comprensión de contenidos científicos conceptuales, enfocándose en la medición del nivel alcanzado por los estudiantes respecto a los objetivos preestablecidos.	TCON
		DP: Evaluación de conceptos junto con procedimientos (habilidades y destrezas).	PPRO
		DC: Se evalúa el desarrollo de la competencia científica a través de la integración entre los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, en torno al trabajo práctico y grupal basado en problemas del contexto cotidiano.	CCCIE
	Finalidad de la evaluación	DT. La evaluación asume un valor decisivo como componente calificador, clasificador, discriminatorio y sancionador en la promoción del alumnado.	TSAN
		DP: La evaluación es sumativa y finalista, aunque intenta ser procesual.	PSUM
		DC: La evaluación es diagnóstica, formativa y continua contribuyendo en la comprensión de la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en un grupo particular.	CFOR
	Participantes en la evaluación	DT: El profesor es el único interventor del proceso de evaluación. Es decir, los estudiantes no intervienen en la evaluación de las actividades de la clase.	TINT
		DP: Los estudiantes autoevalúan su desempeño y la asignatura proponiendo aspectos de mejora.	PAUT
		DC: Se consensua la evaluación mediante un acuerdo didáctico y se realiza coevaluación del desempeño entre pares y profesorado como mecanismo asociado a un mayor nivel de complejidad.	CCOE
	Instrumentos de evaluación	DT: El examen escrito como prueba final es el instrumento de mayor fiabilidad y utilización exclusiva.	TEXA
		DP: Utilización de amplia diversidad de actividades, métodos, técnicas e instrumentos para evaluar a los estudiantes, el profesorado y proceso de intervención.	PDIV
		DC: Producción colectiva de los estudiantes fundamentada en colaboración, metacognición, autorregulación y autoevaluación.	CAUT
	Consecuencias de la evaluación	DT: La sistematización de las evidencias y resultados supone un trabajo burocrático para el docente pues supone un registro estricto de todo lo que se realiza en la clase.	TBUR
		DP: Utilización continua de los resultados de la evaluación del proceso y producto para la mejora de las intervenciones y la atención a las necesidades particulares de los estudiantes.	PMEJ
		DC: La evaluación como experiencia social de aprendizaje y desarrollo para todos los implicados.	CEXP

Nota: *DT: Dimensión técnica, DP: Dimensión práctica, DC: Dimensión crítica.

Estos hallazgos son coincidentes con otros estudios centrados en el cambio respecto a la asignatura de DCE y el clima de aula (Autores, 2018, 2019), así mismo en intervenciones donde predominan las emociones positivas tanto en la vivencia de la metodología indagatoria (Borrachero, Dávila, Costillo y Mellado, 2017; Marcos-Merino, Esteban y Gómez, 2019) como en la enseñanza de los contenidos científicos (Brígido, Bermejo, Conde, Borrachero y Mellado, 2010).

En lo que refiere a las emociones negativas, tensión, susto, temor y enojo registran las intensidades más altas después de la intervención, a diferencia del momento durante. Esto podría estar asociado a las expectativas sobre el rendimiento en el juego de rol que demanda mayor capacidad argumentativa en la discusión empática para la toma de decisiones fundamentadas en pruebas científicas.

Si bien, la tendencia a sentir emociones positivas como entusiasmo, alegría y satisfacción hacia la evaluación de contenidos de Biología es predominante (Borrachero, 2015), atisbamos que la aparición de emociones negativas podría estar relacionada con la valoración anticipada de la prueba escrita final. Favorablemente, se aprecia que tanto frustración como rechazo reportan una merma al concluir las actividades, mientras que el aburrimiento permanece constante.

En cuanto a las emociones positivas, existe un incremento en la intensidad para interés, aceptación, satisfacción, entusiasmo, bienestar y asombro en el momento final. En consecuencia, consideramos que estas variables podrían anticipar el aprendizaje de los tópicos.

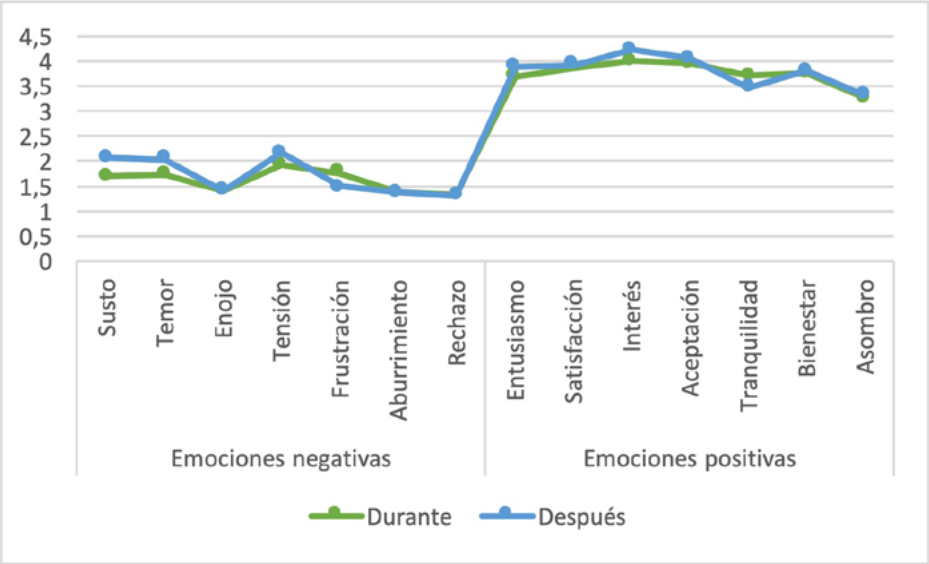


Figura 1. Cambio en las emociones hacia la evaluación

ANÁLISIS DE LA REFLEXIÓN

a) Análisis de frecuencias de la reflexión

A partir del análisis de la entrevista a la formadora, en la tabla 4 se exponen, entre paréntesis, las frecuencias de las codificaciones halladas correspondientes a las subcategorías según la tabla 3, en coherencia con las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad. Los resultados indican una mayor prevalencia de códigos prácticos y críticos en la reflexión, asociados mayoritariamente a los instrumentos y objeto de la evaluación.

TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CODIFICACIONES EN CADA DIMENSIÓN			
Subcategorías	Dimensión Técnica	Dimensión Práctica	Dimensión Crítica
Objeto	TOBJ (0)	PSUB (0)	CDES (1), CREG (3)
Qué evaluar	TCON (0)	PPRO (0)	CCCIE (0)
Finalidad	TSAN (0)	PSUM (0)	CFOR (0)
Participantes	TINT (0)	PAUT (1)	CCOE (1)
Instrumentos	TEXA (0)	PDIV (6)	CAUT (2)
Consecuencias	TBUR (1)	PMEJ (2)	CEXP (1)

a) Análisis de contenido de la reflexión

A continuación, se exploran los significados explícitos o contenido latente siguiendo la estructura del modelo unificador de conocimiento profesional y habilidad, mostrando segmentos de texto codificados para cada dimensión.

Ámbito: bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP).

Categoría: conocimiento de la evaluación.

Dimensión técnica: la única subcategoría que encontramos dentro de esta dimensión corresponde a *consecuencias de la evaluación*. La sistematización de evidencias y resultados que implican un trabajo burocrático, acompañado de un registro estricto de todo lo que se realiza en la clase (TBUR) ha cambiado en el transcurso de la experiencia en la docencia universitaria, como lo expresa la formadora en la reflexión:

"(141-149: TBUR)* Yo mi evaluación la he ido cambiando. Al principio, era posiblemente por mi inexperiencia todo era mucho más cuadriculado, estructurado y yo le daba mucha importancia a pasar lista, a que los estudiantes estuvieran en el aula, a que de alguna forma pudiera tener registro estricto de todo lo que se hacía y demás".

* Líneas de texto en el programa AQUAD.

Dimensión práctica: en contraste con la dimensión anterior, incrementan las referencias a las subcategorías *instrumentos*, *participantes* y *consecuencias de la evaluación*.

En primer lugar, existe evidencia de que en la evaluación también participan los estudiantes, quienes destacan aspectos positivos de la asignatura y proponen mejoras, como enfatizamos a continuación:

"(1110-1114: PAUT) Haciendo referencia a sus anotaciones, cuando termino siempre les digo que plasmen lo que les gustaría cambiar de la asignatura y lo que les ha llamado la atención".

En segundo lugar, la profesora expresa que todas las actividades realizadas en la clase, incluidos los diálogos, es materia de evaluación. En este sentido, los siguientes extractos evidencian diversidad de actividades y métodos para evaluar a los estudiantes (PDIV):

"(159-167: PDIV) Al poco tiempo se dan cuenta de la necesidad de estar en clase porque lo que se trabaja no está recogido en ningún libro, entonces ven que es importante estar allí porque los diálogos que se generan y las actividades que se hacen son las que luego vamos a emplear para evaluar".

"(168-170: PDIV) Todo lo que los estudiantes van generando en clase para mí es materia de evaluación".

En tercer lugar, la profesora utiliza de forma continua los resultados de la evaluación del proceso y producto

(PMEJ). Así, aporta realimentación constante para que aprendan los contenidos.

Por tanto, en la práctica incide sobre los aspectos aún no superados y los retoma en las pruebas siguientes:

"(264-279: PMEJ) Pues yo en esas pruebas voy viendo si ese contenido que hemos trabajado, lo tienen aprendido o no, que no lo tienen aprendido, pues vuelta atrás. Entonces pues se llega a clase y se vuelve a incidir sobre qué es lo que más me ha llamado la atención sobre esa prueba, qué es lo que he visto que todavía no está superado, entonces vuelvo a trabajar sobre ello y vuelvo a preguntarles en una segunda prueba, de manera que vayan viendo que al menos esos conocimientos que tenemos previstos para ese curso los aprendan".

Dimensión crítica: se han encontrado reflexiones críticas en las subcategorías *objeto* e *instrumentos de evaluación*. Por ejemplo, la evaluación asume un rol como elemento regulador del propio conocimiento y el aprendizaje significativo (CREG y CDES):

"(185-192: CREG) Entonces en esa evaluación yo lo que intento es que ellos entiendan que no se trata de que tengan que estudiar el último día y soltar lo que han aprendido, sino que todo lo que se va trabajando en clase día a día tienen que irlo trabajando y lo tienen que ir adquiriendo significativamente".

Además, tanto los estudiantes como la profesora participan en un proceso de evaluación continua, estableciendo un acuerdo didáctico en el que se consensua todas las actividades, alejándose de una evaluación finalista.

"(171-184: CCOE) Generalmente llevo tres años consensuando el tema de no tener una evaluación final sino una evaluación continua e incluso llegamos a firmar un acuerdo didáctico, o lo que se llama un contrato didáctico donde ahí se detalla, se consensua todo lo que vamos a hacer y ahí lo firmamos".

Finalmente, la profesora propicia que los estudiantes aprendan a trabajar en equipo. En este sentido, concibe la realización de la prueba final como una actividad grupal más, en la que deben trabajar de manera colaborativa. De esta forma, manifiestan asombro y tranquilidad respecto a la evaluación, evitando la aparición de emociones negativas como el sufrimiento.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten concluir que los maestros en formación inicial experimentan principalmente emociones positivas con distintas intensidades en referencia a la evaluación en ambos momentos. La mayoría de las emociones negativas incrementan su intensidad después de la intervención, excepto frustración, rechazo y aburrimiento. Al término, también se registra un aumento de casi todas las emociones positivas, menos tranquilidad. No obstante, estos cambios no son estadísticamente significativos.

Finalmente, al analizar las diversas subcategorías de la evaluación, apreciamos que la formadora, desde la perspectiva de la Hipótesis de la Complejidad, se encuentra principalmente en las dimensiones prácticas y críticas en la reflexión. En particular, destacamos su posición respecto a la evaluación formativa, continua y participativa, en la que los futuros docentes reciben un *feedback* constante respecto al aprendizaje de los tópicos científicos. La evaluación asume un carácter regulador que permite la mejora en las emociones positivas y la interacción emocional entre pares y formadora, debido a la diversidad de estrategias que acompañan el trabajo colaborativo. En la línea de Jiménez-Pérez y Wamba (2004), sostenemos que la reflexión sobre, en y para la práctica es un pilar sobre el que se fundamenta la búsqueda de modelos didácticos personales que conduzcan al desarrollo profesional.

La información aportada actúa como referente para introducir estrategias de regulación que permita vivenciar el proceso de aprender a enseñar ciencias en un clima de aula emocionalmente estable. En futuros estudios, conviene analizar la integración de la reflexión y la práctica en aras de identificar la naturaleza de los obstáculos, removiendo los núcleos duros de pensamiento que dificultan la merma de las emociones negati-

vas conforme avanza la intervención, así como aumentar las fuentes de información primarias de los docentes, dada la escasa información disponible sobre nuestra formadora, de lo que solo somos conscientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Black, P. y Atkin, J. M. (2014). The central role of assessment in pedagogy. En N. G. Lederman, S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, (Vol. II) (pp. 789-804). New York: Routledge.

Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Extremadura, Badajoz.

Borrachero, A. B., Dávila-Acedo, Mª. A., Costillo, E. y Mellado, V. (2017). Las emociones del futuro profesorado de secundaria de ciencias y matemáticas, tras un programa de intervención. Ápice. Revista de Educación Científica, *1*(1), 17-39. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2008

Brígido, M., Bermejo, M. L., Conde, C., Borrachero, A. B. y Mellado, V. (2010). Estudio longitudinal de las emociones en Ciencias de estudiantes de Maestro. *Revista Galego-portuguesa de Psicoloxía e Educación*, *18*(2), 161-179.

Carlson, J. y Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper, A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*, (pp. 77-92). Singapore: Springer.

Dean, C. y Areepattamannil, S. (2019). Exploring the Relations of Inquiry-Based Teaching to Science Achievement and Dispositions in 54 Countries. *Research in Science Education*, 49, 1-23. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-017-9639-x

Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York: Routledge.

Jiménez-Pérez, R., y Wamba, A. M. (2004). ¿Podemos construir un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales? *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del profesorado*, *8*(1), p.0.

Marcos-Merino, J. M., Esteban, R. y Gómez, J. (2019). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *16*(1), 1602. DOI: https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1602

Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018). El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(2), 2602-2618.

Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez- Pérez, R. (2019). ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial al participar en un proyecto de indagación de aula? *Ápice. Revista de Educación Científica*, *3*(2), 55-69. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4629

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(1), 29-52. DOI: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068

Vázquez-Bernal, B., Mellado, V., Jiménez-Pérez, R., y Taboada, M. C. (2012). The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, *96*(2), 337-363. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.20474

Vázquez-Bernal, B., Mellado, V., Jiménez-Pérez, R., y Martos, M. (2013). La evaluación como objeto de investigación. El caso de una profesora de química de enseñanza secundaria. *Educación Química*, *24*(3), 335-342. DOI: https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72483-2

CF.12 Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Diseño, estructura e implementación de un curso formativo para futuros docentes

José Eduardo Vílchez[1], José Remo Fernández-Carro[2], Mª Antonia López-Luengo[3], Mercedes Ruiz-Pastrana[3], Marta Ceballos[1], Beatriz Pérez-Bueno[1], Marta Reina[1], Amparo E. Beneitez[4], Almudena de la Fuente[4], Belén Fernandez-Sanchez[4], Ana I. Bárcena[4], Pilar López-García-Gallo[5] y Angel Ezquerra[4]

[1]Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla). [2]Departamento de Filosofía, Área de Sociología. Universidad Castilla-La Macha. [3]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. [4]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. [5]Museo Nacional Ciencias Naturales-CSIC. jvilchez@ceuandalucia.es

RESUMEN

Se presenta el proceso de diseño, estructura e implementación de un curso formativo para trabajar la ciencia presente en la sociedad con futuros docentes de Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Para coordinar la puesta en práctica se elaboró una guía de aprendizaje estructurada en cinco sesiones. Estas cinco jornadas fueron implementadas en distintas asignaturas de enseñanza de las ciencias para la formación del profesorado en varios campus universitarios. En el proceso de recogida de información se han utilizado cuestionarios, actividades de aula, propuestas educativas por parte

del alumnado y grupos de discusión. El análisis de todo este material permitirá obtener información sobre la percepción social de la ciencia de los futuros docentes, así como sobre su capacidad de detectar la ciencia que hay en la sociedad e incorporarla en sus propuestas educativas y su desarrollo profesional.

Palabras clave: Ciencia en contexto; formación de profesorado; indagación; percepción social de la ciencia; progresión del conocimiento didáctico.

INTRODUCCIÓN

La sociedad en que vivimos no podría entenderse sin el papel fundamental que juegan la ciencia y la tecnología. De hecho, las características de nuestra forma de vivir, que se van modificando a lo largo de la historia, son inseparables de la evolución de los desarrollos científicos y tecnológicos (Korotayev, Malkov y Khaltourina, 2006). Un ejemplo claro lo tenemos en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) planteados por las Naciones Unidas para 2030 (ONU, 2019) en los que la implicación de aspectos sociocientíficos y tecnológicos son esenciales para la humanidad. De ahí la importancia de la alfabetización científica de la población (Cortassa, 2016; DeBoer, 2000; Feinstein, 2011) tanto en la toma de decisiones como en la actuación de la ciudadanía a nivel colectivo e individual.

Estos conocimientos sobre la ciencia y la tecnología que pueden afectar a la vida de cada ciudadano, se ven influenciados por multitud de agentes sociales, medios de comunicación, redes sociales y otros contextos educativos no formales. Parece por tanto conveniente que la educación formal considere el papel esencial que juegan estos elementos de la sociedad. En este sentido, resultaría deseable incorporar en la formación de nuestros ciudadanos la capacidad para analizar los contextos de ciencia existentes en la sociedad y que este enfoque sea visto como un motor del cambio en la formación.

No obstante, salvo excepciones, el modelo imperante tanto en la formación científica escolar como en la formación del profesorado de ciencias es de corte transmisivo y tradicional, no favoreciendo el desarrollo de herramientas metodológicas basadas en la indagación. Esto dificulta que los futuros docentes sean capaces de identificar e incorporar al aula qué ciencia aprender y cómo hacerlo (Ezquerra, Rodríguez y Hamed, 2014; Rivero, Azcárate, Porlán, del Pozo y Harres, 2011). Es decir, existe una brecha entre el modo de impartir docencia en las clases de ciencias y las necesidades formativas de la ciudadanía. A pesar de estas dificultades, la investigación educativa se ha ocupado de la identificación de la ciencia existente en la sociedad y de su relación con la formación del profesorado (Ezquerra, Mafokozi, Gómez-Campillejo, Benéitez y Morcillo, 2019; Lupión-Cobos, López-Castilla y Blanco-López, 2017).

En esta comunicación presentamos una herramienta formativa con la que pretendemos trabajar con los profesores en formación para que puedan desarrollar competencias que les permitan detectar la ciencia que hay en la sociedad e incorporarla, en su momento, a su desarrollo profesional docente en las clases de ciencias. Esta propuesta se enmarca en el Proyecto *Identificación de contextos científicos en la sociedad. Herramientas para docentes y ciudadanos* (acrónimo SCIxSOC; código RTI2018-094303-A-100), perteneciente a la Convocatoria I+D+i Retos Investigación 2018. Mediante este proyecto, en el que participan investigadores de las Universidades Complutense, de Castilla-La Mancha, de Granada, de Valladolid y del Centro Cardenal Spínola CEU, pretendemos abordar los siguientes objetivos:

- Desarrollar herramientas metodológicas para ayudar a los docentes, y a los ciudadanos a los que enseñan, a identificar contextos de ciencia presentes en la sociedad.
- Acompañar a los futuros docentes y a los ciudadanos en su indagación sobre los escenarios de la vida cotidiana con contenidos científicos.
- Promover entre los docentes el desarrollo de propuestas educativas que vinculen el aula con estos

entornos sociales.

- Implementar estos diseños tanto en las prácticas en los centros educativos como en el contexto de las actividades del Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC.
- Analizar todo el proceso y el efecto social y económico de la incorporación de estos contenidos en nuestro entorno formativo.

Diseño del curso *Aprendiendo a buscar Ciencia. Ideas para su enseñanza*

La herramienta formativa se estructura en formato de pequeño curso de 5 sesiones de aproximadamente 100 minutos cada una. Se ha elegido este formato limitado para que pueda insertarse y adaptarse a diferentes asignaturas y planes de estudio. Además de los intereses formativos, el curso persigue obtener datos sobre la percepción de la ciencia que tienen los futuros docentes y su capacidad para transformar esos conocimientos en propuestas formativas.

En la Figura 1 se presentan las distintas fases llevadas a cabo en su diseño. Partiendo de la experiencia previa en el diseño de otros cursos para la formación de profesorado, se establecieron grupos de trabajo que propusieron actividades vinculadas a los objetivos del proyecto: percepción social de la ciencia, herramientas para obtención de información, identificación de la ciencia en la sociedad, reflexión sobre la actividad docente, elaboración de propuestas formativas, etc. Se elaboró así un primer borrador de Guía de Aprendizaje como documento de referencia y su vínculo con otros materiales, cuestionarios o anexos, en dos versiones o formatos. Uno de ellos para el estudiante, que incluye objetivos, esquema general, diseño de actividades y bibliografía. Otro para el docente, que además incorpora comentarios sobre cómo abordar cada actividad, énfasis en algunos aspectos de interés, recomendaciones sobre la recogida de datos y cronograma detallado.

Este borrador se sometió al análisis de expertos tanto en el campo de Metodología de Investigación, para supervisar los instrumentos de investigación y recogida de datos, como en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales mediante cuestionarios y/o entrevistas. En este último campo las recomendaciones de los expertos se centraron en enfatizar sobre la importancia de la evaluación de las actividades para la implicación de los estudiantes, jerarquizar las fuentes de datos, dificultad para percibir una clara evolución en las propuestas de los futuros docentes y necesidad de establecer grupos de discusión con los estudiantes al finalizar la implementación del curso. Estas sugerencias se incorporaron a la versión implementada en el proyecto SCIxSOC.

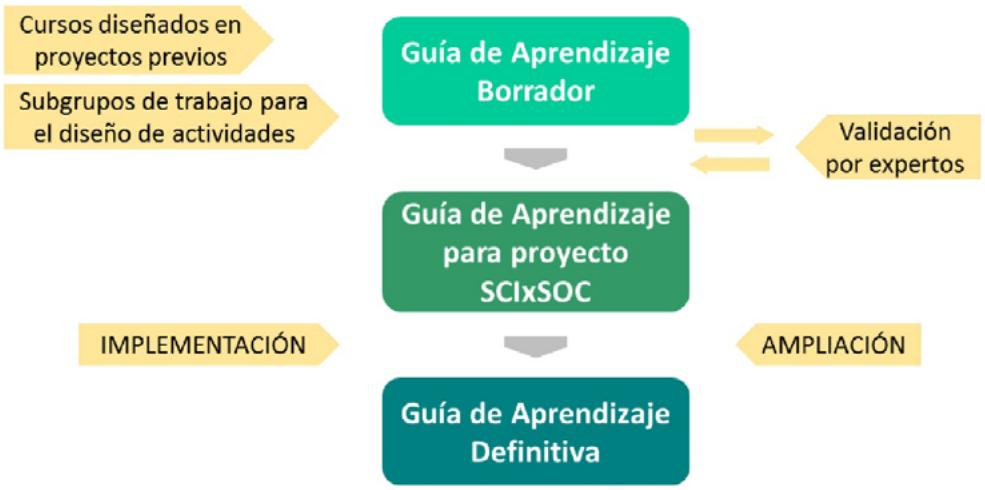


Figura 1. Esquema sobre el diseño del curso *Aprendiendo a buscar Ciencia. Ideas para su enseñanza*

Estructura del curso *Aprendiendo a buscar Ciencia. Ideas para su enseñanza*

Como ya se ha comentado, el curso (en la versión que presentamos para implementar durante el proyecto SCIxSOC) se estructuró en 5 sesiones, más una sesión inicial de presentación, motivación y recogida de autorizaciones (Sesión 0). Además, la Sesión 2 tiene otra complementaria 2b (sobre modelos didácticos) cuyo desarrollo, aunque no forma parte del curso, puede ser necesario (entre las Sesiones 2 y 3) dependiendo de la asignatura en la que se inserte el curso y de que dichos conceptos se hayan ya trabajado o no. En la Tabla 1 se presentan la estructura y el cronograma de las sesiones. Como puede observarse, la temporalización comprende un total de 8 semanas como mínimo (dependiendo del tiempo que transcurra entre la Sesión 2 y la 3. En total son 20 actividades (30 si se consideran las Sesiones 0 y 2b). Aunque por falta de espacio no se puede aquí describir detenidamente cada actividad, en el Anexo se presentan como ejemplo algunas de ellas tal como aparecen en la Guía de Aprendizaje.

Con la Sesión 1 se pretende recoger información sobre la percepción que tienen los estudiantes sobre la ciencia (Actividad 1.1) y sobre cómo esta aparece en la sociedad (Actividad 1.2). Finalmente se pide a los estudiantes una primera propuesta educativa (PE1) para hacer aflorar sus propias ideas como punto de partida.

Tabla 1. Estructura de las sesiones y cronograma

SESIÓN 0	**ACTIVIDADES 0.1 A 0.3**	Semana 1	Inicio: Día 1	Fin: Día 1
SESIÓN 1	**ACTIVIDAD 1.1**	Semana 1-3	Inicio: Día 2	Fin: Día 2
	ACTIVIDAD 1.2		Inicio: Día 2	Fin: Semana 1
	ACTIVIDAD 1.3		Inicio: Semana 1	Fin: Semana 3
SESIÓN 2	**ACTIVIDADES 2.1 A 2.4**	Semana 3	Inicio: Semana 3	Fin: Semana 3
SESIÓN 2B	**ACTIVIDADES 2B.1 A 2B.7**	En cualquier momento entre las sesiones 2 y 3		
SESIÓN 3	**ACTIVIDADES 3.1 A 3.7**	Semana X	Inicio: Sesión 3	Fin: Sesión 3 + 1 semana
SESIÓN 4	**ACTIVIDAD 4.1**	Semana X+1	Inicio: Sesión 4	Fin: Sesión 4
	ACTIVIDAD 4.2		Inicio: Sesión 4	Fin: Sesión + 4 semanas
SESIÓN 5	**ACTIVIDADES 5.1 A 5.3**	Semana X+5	Inicio: Sesión 5	Fin: Sesión 5

En la Sesión 2 se revisan las respuestas de los estudiantes a los cuestionarios anteriores y las respuestas de la población española a los cuestionarios de la FECYT sobre percepción de la ciencia (Actividades 2.1 y 2.2). También se plantean dos rápidas actividades de Respuesta, Debate, Reflexión o RDR (Ezquerra, 2012) sobre la ciencia presente en la sociedad y la conveniencia de trabajar con ella en las escuelas (Actividades 2.3 y 2.4). Se persigue así contrastar las ideas propias con las de los compañeros y reflexionar sobre el papel que los contextos reales pueden jugar en su futura labor como docentes.

La Sesión 3 es claramente formativa. En ella se revisan globalmente las primeras propuestas educativas PE1 para aprender de sus errores (Actividad 3.1), se consulta el currículo educativo de la etapa correspondiente mediante preguntas dirigidas que obligan a familiarizarse con el documento (Actividad 3.2). Se pretende así valorar la potencialidad del currículo y sus limitaciones. Finalmente, como trabajo autónomo durante la semana posterior a la sesión presencial, los estudiantes realizan actividades que les permiten familiarizarse con artículos sobre la ciencia presente en la sociedad o sobre la naturaleza de la ciencia, o bien mediante material

audiovisual actividades sobre el origen, desarrollo y estructura de la ciencia, sobre el debate ciencias-pseudociencias o sobre el uso de vacunas (Actividades 3.3 a 3.7).

Mediante la Sesión 4 los estudiantes se familiarizan con herramientas de observación y análisis de la ciencia presente en la sociedad (Actividad 4.1) y abordan una nueva propuesta educativa (PE2), en la que podrán incorporar todo lo aprendido en las sesiones anteriores (Actividad 4.2).

Después de 4 semanas de trabajo en esta nueva propuesta educativa, se desarrolla la Sesión 5 cuya finalidad principal es volver a recoger información sobre la evolución de los estudiantes. Se repite la toma de datos sobre la percepción de ciencia en la sociedad y la necesidad de trabajarla con sus futuros alumnos. Se hace mediante el cuestionario (Actividad 5.1) y las actividades reflexivas RDR (Actividades 5.2 y 5.3). Por supuesto, se recoge también la propuesta educativa final (PE2). Además de los objetivos formativos, el curso también persigue intereses investigadores en el marco del proyecto SCIxSOC. Algunas actividades se tomarán como fuente de datos. En concreto serán actividades investigables (desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo) las siguientes: 1.1, 1.2, 1.3, 2.3, 2.4, 4.2, 5.1, 5.2 y 5.3.

Implementación y expectativas

El curso *Aprendiendo a buscar Ciencia. Ideas para su enseñanza* se está implementando durante el curso 2019/20 en centros universitarios de formación de profesorado de la Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Granada, Universidad de Valladolid (campus de Segovia y Valladolid) y Centro Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla), en Grados de Educación Infantil y Primaria y Máster de Profesorado de Secundaria, Bachillerato y FP. En la Tabla 2 se detalla y resume esta información junto con el número de asignaturas y grupos por cuatrimestre.

Tabla 2. Centros, titulaciones y grupos participantes en la implementación

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	GRADO ED. PRIMARIA	3 asignaturas	1C: 3 grupos	
	DOBLE GRADO ED. INFANTIL/ED. PRIMARIA	1 asignatura	1C: 1 grupo	
	GRADO EN PEDAGOGÍA	1 asignatura		2C: 1 grupo
	MÁSTER PROF. SEC-BACH	2 asignaturas	1C: 2 grupos	
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	GRADO ED. INFANTIL	2 asignaturas	1C: 1 grupo	2C: 1 grupo
UNIVERSIDAD DE GRANADA	GRADO ED. PRIMARIA	1 asignatura	1C: 1 Grupo	
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	GRADO ED. PRIMARIA	2 asignaturas	1C: 1 Grupo	2C: 4 grupos
	GRADO ED. INFANTIL	1 asignatura		2C: 1 Grupo
	MÁSTER PROF. SEC-BACH	1 asignatura	1C: 1 Grupo	
CENTRO CARDENAL SPÍNOLA CEU	GRADO ED. PRIMARIA	1 asignatura	1C: 2 Grupos	2C: 1 Grupo
	GRADO ED. INFANTIL	1 asignatura	1C: 2 Grupos	
	MÁSTER PROF. SEC-BACH	1 asignatura		2C: 2 Grupos

Nota: 1C: Primer cuatrimestre / 2C: Segundo Cuatrimestre

Como puede observarse, la implementación se ha desarrollado en más de 15 asignaturas diferentes de 5 planes de estudio, participando más de 850 estudiantes y constituidos en 150 grupos de trabajo para la elaboración de las PE1 y PE2 de futuros profesores de cada una de las etapas educativas no universitarias. Se trata

de asignaturas vinculadas a la Didáctica de las Ciencias, en las que la inserción del Curso con sus 5 sesiones presenta adaptaciones y matizaciones singulares en cada caso, pero manteniéndose la estructura general y el cronograma comentados en el apartado anterior.

La presentación de la Guía de Aprendizaje y los materiales utilizados se ha realizado a través del entorno virtual de aprendizaje disponible en cada campus, pero el registro del perfil de cada estudiante y sus producciones (respuestas a las actividades investigables) se ha llevado a cabo de forma centralizada. Así, las respuestas a los cuestionarios o las actividades RDR llegaban a una base de datos común que mantiene el anonimato de cada individuo, pero que vincula su identidad a su perfil. Cada estudiante recibió un feed-back con sus respuestas, de forma que pudo acceder a ellas en clase mediante su portátil o dispositivo móvil en aquellas actividades que así lo requirieron. Todo ese conjunto de datos, así como las propuestas educativas PE1 y PE2 ha conformado un corpus de resultados a analizar por parte de los investigadores del Proyecto SCIxSOC. Se espera así aportar información sobre la percepción de la ciencia por parte del profesorado en formación, sobre su capacidad y progresión a la hora de detectar ciencia en la sociedad, así como la incorporación de este conocimiento en sus propuestas de enseñanza y reflexión sobre su desarrollo profesional. En concreto la encuesta de percepción de la ciencia buscaba conocer la posición inicial del estudiante, las propuestas PE1 y PE2 su progresión a la hora de plantear una propuesta educativa que incorpore la ciencia en contexto, y las actividades de reflexión iniciales y finales perfilar el detalle de cómo se percibe la ciencia en la sociedad y su interés como recurso educativo. Estas producciones de los estudiantes se analizarán mediante sistemas de categorías jerarquizadas. Así, entre otras cuestiones se pretende considerar: la justificación de la propuesta, la orientación o los tipos de respuesta, entre otras. Aunque no forma parte del objetivo de esta comunicación, podemos avanzar que los resultados preliminares muestran, a grandes rasgos, una alentadora progresión en el aprendizaje cuyo alcance y características continúan siendo objeto de estudio por parte de los investigadores participantes.

En cuanto a la implementación de la Guía de Aprendizaje, terminará con los grupos de discusión en los que estarán representados estudiantes de los diferentes campus, etapas educativas y tipologías de asignaturas. Las conclusiones de estos grupos, junto con la información que proporcionen los profesores sobre incidencias, puntos fuertes y débiles durante la implementación, entre otros aspectos, servirá para desarrollar una versión ampliada (Figura 1). Este material constituirá uno de los productos del proyecto, que esperamos contribuirá a facilitar la incorporación de los aspectos sociocientíficos en la formación del profesorado y en la ciencia escolar.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Proyecto RTI2018-094303-A-I00 del Ministerio de Economía y Competitividad, correspondiente al Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2018.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cortassa, C. (2016). In science communication, why does the idea of a public deficit always return? The eternal recurrence of the public deficit. *Public Understanding of Science 25*(4), 447-459. http://doi.org/10.1177/0963662516629745

DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(6), 582-601.

https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L

Ezquerra, A. (2012). Midiendo la realidad a través de la imagen: una propuesta de enseñanza apoyada en la gramática visual. *Alambique: Didáctica de las ciencias* experimentales, *71*, 7□21.

Ezquerra, A., Mafokozi, J., Gómez-Campillejo, A., Benéitez y Morcillo, J. G. (2019). Tendencias de las investigaciones sobre la ciencia presente en la sociedad: una revisión sistemática. *Enseñanzas de las Ciencias*, *37*(3), 31-47.

https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2727

Ezquerra, A., Rodríguez, F. y Hamed, S. (2014). Evolution of Knowledge of Future Primary Teachers: An Education Proposal using Inquiry-Based Science. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *116*, 1309-1313. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.388

Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science education*, *95*(1), 168–185.

https://doi.org/10.1002/sce.20414

Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R. y Blanco-López, Á. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through context-based teaching? A case study. *International Journal of Science Education*, *39*(7), 937-963.

https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1310412

Korotayev A., Malkov, A. y Khaltourina, D. (2006). *Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth*. Moscu: Editorial URSS.

ONU (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. New York: United Nations. eISSN: 2521-6902. Recuperado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/

Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., del Pozo, R. M. y Harres, J. (2011). The progression of prospective primary teachers' conceptions of the methodology of teaching. *Research in Science Education*, *41*(5), 739-769. https://doi.org/10.1007/s11165-010-9188-z

ANEXO:
EJEMPLOS DE ACTIVIDADES PRESENTES EN LA GUÍA DE APRENDIZAJE

Actividad 1.3	Primera Propuesta Educativa (PE1) para trabajar en el aula la ciencia presente en la sociedad
Cronograma	Sesión 1: Semana 1 a Semana 3
Objetivo	Elaborar una primera propuesta didáctica de carácter intuitivo enfocada a la docencia con estudiantes de Infantil, Primaria o Secundaria.
Descripción	Te pedimos que elabores una propuesta para desarrollar con tus futuros alumnos (de Infantil, Primaria o Secundaria) la capacidad de vincular la ciencia del aula con la ciencia que hay en el entorno social. Dicho de otro modo, la propuesta que te pedimos es un conjunto de actividades que permitan poner en valor los conocimientos de ciencias que los ciudadanos poseemos o deberíamos poseer para nuestro día a día. Para ello, os organizaréis en grupos de 4-5 miembros, que se mantendrán a lo largo de todo el proceso. El plazo de entrega será de 2 semanas. Los apartados que debe tener la propuesta son: ▪ Título, autores, clase, grupo… ▪ Introducción/descripción. Donde debes indicar: o Temática: Qué tópico vais a trabajar (p. e.: dónde veo ciencia en mi día a día, qué efecto tiene la electricidad sobre nuestras vidas…). No es necesario seleccionar un tópico académico, también se pude proponer algo más genérico relacionado con la ciencia presente en la sociedad. ¡¡¡Esto sería más interesante!!!... pero no te damos pistas por ahora, a ver que se te ocurre. o Justificación: - Por qué es importante el tópico elegido. - Por qué es importante que los estudiantes (de Infantil, Primaria o Secundaria) trabajen este aspecto. o Nivel educativo y curso: A quien va destinada la propuesta (por ejemplo: 3º de Infantil o 4º de Primaria o 3º ESO). o Temporalización: También debéis determinar el número de sesiones previstas. ▪ Objetivos que se esperan alcanzar ▪ Conjunto de actividades con las correspondientes indicaciones sobre cada tarea. Organiza las actividades en sesiones de clase, indica cuantas sesiones consideras adecuadas. ▪ Evaluación. Donde se deben indicar los criterios e instrumentos de evaluación que utilizarías con vuestro alumnado y, si es posible, el modo de evaluar la propuesta en sí misma. La propuesta debe entregarse antes de 2 semanas. El archivo enviado en formato Word se nombrará como PE1-Ux- Cx-Gx (Propuesta nº + Universidad + Clase + Grupo). Por ejemplo: PE1-UV-C2-G3; es decir, Propuesta Educativa 1, Universidad Valladolid, Clase 2, Grupo 3). La entrega se realizará a través de la plataforma. Dirección URL [te la proporcionará tu profesor/a]

Actividad 3.5	Vídeos sobre ciencias y pseudociencias
Cronograma	Sesión 3 y trabajo durante las siguientes semanas
Objetivo	Contrastar el modo de argumentación en ciencia y pseudociencias. Valorar la credulidad de ciertas personas sobre estos temas. Analizar las críticas a la ciencia desde las pseudociencias.
Descripción	▪ Visionado de Infiltrada en un festival de pseudociencias. o Realiza un diagrama de flujo (mapa conceptual) sobre alguno de los argumentos mostrados el vídeo; p.e.: cómo las varillas detectan agua (¿aporta datos? ¿indica cómo funciona? …) o Considera qué tipo de formación reciben los especialistas en saberes esotéricos ▪ Visionado de No te la juegues, # coNprueba. o Según el video ¿Cuáles son los factores clave para el progreso científico? ¿Qué efectos tienen sobre cada ciudadano? ¿y sobre la sociedad en general? o ¿Estás completamente de acuerdo con el vídeo? ¿Qué argumentenos esgrimirías en su contra?
Recursos	Vídeo Infiltrada en un festival de pseudociencias: https://www.youtube.com/watch?v=sw9BNvxq56w Vídeo No te la juegues, # coNprueba: https://www.youtube.com/watch?v=JFDy-1i6g8I&feature=youtu.be

CF.13 Talleres científicos de Educación Infantil llevados a cabo mediante una experiencia de Aprendizaje-Servicio

Adrián Ponz y Beatriz Carrasquer

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza.
Email de contacto: adrian.ponz@unizar.es

RESUMEN

En este trabajo se pretende verificar el aprendizaje realizado por estudiantes de magisterio a través de una experiencia Aprendizaje-Servicio (ApS) y el beneficio ejercido en la comunidad educativa. Estos docentes en formación inicial desarrollaron talleres científicos para la enseñanza-aprendizaje de diferentes conceptos físicos, dirigidos a estudiantes de Infantil. El 75% manifestó haber apreciado emociones positivas en los/as niños/as a través de los talleres y que la experiencia les sirvió para ganar autonomía y adquirir competencias docentes y sociales, conectar la teoría con la práctica y fundamentar la intervención. Esta actividad se valoró positivamente por el alumnado de magisterio, como corroboraron también las docentes de los estudiantes de Infantil que participaron en los talleres, que, además, confirmaron sus dificultades para desarrollar en el aula este tipo de actividades, principalmente por su formación previa.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias Experimentales; Aprendizaje-Servicio; Infantil; Talleres; Formación del profesorado.

INTRODUCCIÓN

La educación científica en la etapa de Educación Infantil no puede reducirse a la simple transmisión de nociones científicas, sino que es necesario promover una idea de la ciencia entendida como un "gimnasio del pensamiento" que ayude a comprender el funcionamiento de un complejo mundo natural en el entrelazamiento y las relaciones que lo caracterizan (Lichene, 2018). Según esta autora, el docente, en este contexto, debe observar el juego en el que se involucra al alumnado y anotar cuidadosamente lo que sucede para poder captar los intereses, las curiosidades y los problemas que surgen, así, a partir de las preguntas que hacen durante el juego espontáneo, el profesorado propone y diseña conscientemente situaciones y experiencias destinadas a promover caminos de aprendizaje, constituyendo una forma de "hacer ciencia" cuidadosa de integrar todas las dimensiones de crecimiento del niño: emocional, relacional y cognitiva.

Si la enseñanza de las ciencias en la Educación Infantil es, por naturaleza, distinta a la que se realiza en el resto de los niveles educativos, la formación de su profesorado también debería ser diferente, por ese motivo los docentes de esta etapa deberían adquirir, a lo largo de su formación inicial y teniendo en cuenta sus intereses, una serie de competencias para, entre otras finalidades, ser capaces de trabajar con éxito los distintos contenidos curriculares de carácter científico contenidos en el curriculum (Cantó-Doménech, de Pro-Bueno y Solbes, 2017). Hoban (1997) sugiere que la confianza del profesorado en formación no aumenta dándoles más contenidos en ciencia, sino facilitando actividades de metacognición, donde se reflexione sobre la práctica docente de contenidos científicos concretos. Por otro lado, sólo cuando crean que la ciencia es necesaria e importante, cuando tengan sentimientos positivos hacia estos temas, y cuando ellos mismos se sientan seguros y capaces de enseñarlos, sin depender de demasiados factores de contexto (formación, tiempo, materiales, etc.), cambiarán y mejorarán en su enseñanza de los contenidos científicos (Van Aalderen-Smeets, Walma y Asma, 2012).

APRENDIZAJE SERVICIO

El aprendizaje servicio (de aquí en adelante ApS) es una metodología pedagógica que combina en una sola actividad el aprendizaje de contenidos, competencias y valores con la realización de tareas de servicio a la comunidad, en la que el conocimiento se utiliza para mejorar algo de la comunidad y el servicio se convierte en una experiencia de aprendizaje que proporciona conocimientos y valores (Puig, 2009). La literatura confirma su eficacia en cuanto a favorecer la asistencia de los/as estudiantes, promover el desarrollo de los conocimientos y aptitudes académicas, fomentar su desarrollo personal, promover la responsabilidad cívica, aumentar los vínculos entre la comunidad y la escuela (Saz y Ramo, 2015) y producir valiosos beneficios para la comunidad (Waterman, 1997). El ApS en la formación de docentes puede jugar un papel importante en el desarrollo tanto de la conciencia como de la competencia profesional, porque la participación de los/as estudiantes de magisterio en este tipo de experiencias y propuestas contribuye a desarrollar aspectos de la profesionalidad docente que pocas de las materias que conforman los planes de estudios de estas titulaciones pueden ofrecer (García y Cotrina, 2015).

Arbués (2015), en una experiencia ApS de enseñanza de las ciencias con alumnado de magisterio, concluye que la práctica realizada por los estudiantes contribuye no solo a que sepan hacer, mejorando sus competencias profesionales, sino también a que conozcan el medio en el que trabajan, a que sean capaces de analizarlo críticamente y a que puedan prestar un servicio de calidad a la comunidad.

Arranz (2018) considera innegable la valiosa aportación que su puesta en práctica proporciona a la universidad como institución y a sus principales agentes, a los estudiantes y también al profesorado que la implementa, puesto que, además de optimizar la propia labor docente, puede dar lugar al desarrollo de investigaciones de notable interés.

TALLERES DE CIENCIAS

Los talleres de ciencias pueden ser usados dentro de un proyecto educativo, como otra actividad complementaria más, para buscar respuestas, o bien, de forma independiente. Esta actividad es sustancialmente diferente a la de los rincones, porque, mientras que la acción del estudiante en el rincón es de libre elección y se propicia la investigación, la deducción, la imaginación, etc., en los talleres se realizan actividades sistematizadas, muy dirigidas, con una progresión de dificultad ascendente, para conseguir que el/la estudiante adquiera diversos recursos y conozca diferentes técnicas, que luego utilizará de forma personal y creativa en los rincones (Ibáñez, 2010).

Los talleres contribuyen, en gran medida también, a desarrollar contenidos procedimentales propios de la ciencia, la manipulación, observación o establecer relaciones simple causa-efecto, y sobre todo potenciar la curiosidad y el deseo innato de descubrir e indagar de los estudiantes de Infantil, según concluyen Aragón, Jiménez, Eugenio y Vicente (2016), en una experiencia realizada con docentes en formación. Estas conclusiones concuerdan con las manifestadas en estudios y propuestas didácticas anteriores, como la de Canedo, Castelló y García (2005) realizando un taller de planos inclinados, el taller de cocina propuesto por Feu (2002) para aprender química, o los variados talleres experimentales realizados con estudiantes de 0-6 años por Vega (2006, 2012). En algunas facultades de educación, como la de San Sebastián, incluso esta metodología aparece en su plan de estudios como asignatura, así, por ejemplo, Sanz y Gutiérrez (2016, 2017) preparan y desarrollan anualmente con su alumnado de magisterio entre 16 y 24 talleres dirigidos a unos 300 estudiantes de Infantil, permitiendo al profesorado en formación que gane en aspectos como la autonomía, la autoeficacia y la capacidad de reflexión crítica hacia su trabajo. Además, según estos autores, año tras año se está consolidando y mejorando la relación de la universidad con las escuelas, en especial a través de la participación cada vez más activa de los tutores.

Gun (2005) propone en su libro más de 30 talleres para realizar con estudiantes de Educación Infantil, sobre diversos temas: cuidado de nuestro cuerpo, crecimiento de las plantas, sonido, aire, agua, ciencia en nuestros cuerpos, polvo que hace burbujas, nuestro medio ambiente y ciencia en la cocina. Según este autor, hay que enseñar ciencias desde los primeros años de escolaridad, "porque la ciencia es la vida misma" (p. 2).

En las aulas de Educación Infantil es habitual que los talleres sean realizados por personas ajenas a la docencia, como los padres, madres o profesionales de un área determinada (Ibañez, 2010), posiblemente, por la falta de confianza del profesorado de esta etapa para afrontar tareas didácticas relacionadas con las ciencias experimentales por su escasa formación científica previa (Cantó-Doménech et al., 2017).

METODOLOGÍA

En la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad de Zaragoza se están implementando desde hace más de un lustro, en diferentes titulaciones, experiencias prácticas basadas en el ApS (Muñoz, 18 de mayo de 2018; Saz y Ramo, 2015). En el curso 2018-2019, el profesorado de la asignatura "Las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Infantil" del Grado en Magisterio de esa etapa, fue invitado por la coordinación de la titulación a participar con su alumnado en una serie de talleres (lectura, psicomotricidad, etc.) dirigidos a estudiantes de Educación Infantil de 5 años pertenecientes a 3 clases de un colegio público de Teruel (CEIP La Fuenfresca). Ante ese requerimiento, se preguntó al alumnado quiénes deseaban participar voluntariamente en el diseño e implementación de talleres de ciencias para facilitar el aprendizaje de diferentes contenidos científicos a los/as niños/as de ese centro educativo, considerándose su dedicación y trabajo en la evaluación de las actividades prácticas de la asignatura.

En total se apuntaron 12 estudiantes que diseñaron y prepararon 3 talleres con dos actividades experimentales cada uno de ellos y que se llevaron a cabo en el laboratorio de Física y Química de dicha Facultad, el 28 de

febrero de 2019 (Figura 1). La elección de sus actividades y su metodología didáctica de implementación se basó en la literatura y en la plataforma web de "CSIC en la Escuela" (https://cutt.ly/QtghZb2). Realizaron las siguientes actividades experimentales: [Taller 1] Variación de la fuerza de empuje en función de la densidad del líquido (agua, sal, huevo y recipientes) y succión del aire provocado por la disminución de su temperatura (globo, vaso y vela); [Taller 2] Diablillo cartesiano o ludión (tubo de ensayo y botella de agua) y cambios del aire determinados por la temperatura (recipientes con agua fría y caliente, botella con globo en su apertura); [Taller 3] Empuje de un globo soplando con una pajita a través de un embudo y agua retenida por la presión atmosférica en una botella agujereada. El tiempo dedicado a trabajar las dos actividades en cada taller fue de 30 minutos, aproximadamente, donde grupos de 6-7 aprendices se iban alternando en ellos y, también, en el resto de los talleres de la titulación (psicomotricidad, lectura, etc.). Los grupos eran traídos por estudiantes de magisterio de otra asignatura y se debía intentar no hacer esperar a los mismos para agilizar la experiencia ApS de todos los talleres que se habían organizado en la titulación, con participación de estudiantes de tres asignaturas.

Se pidió a los tres grupos de docentes en formación que registraran las conversaciones mantenidas con los estudiantes de Infantil, bien mediante grabación del audio, o bien, de forma escrita (dedicándose exclusivamente una componente del grupo a esa tarea). Unos días después de la implementación de los talleres, se les pasó un cuestionario (http://cort.as/-FZOw), para que, por un lado, registraran todos los datos que habían recogido del aprendizaje de los estudiantes (ideas previas, observaciones, preguntas, hipótesis, predicciones, conclusiones, etc.) y, por otro, valoraran su propio aprendizaje como docentes en formación y manifestaran su opinión sobre la utilidad de la metodología ApS. Lamentablemente, el grupo de estudiantes responsable del Taller 3 no presentó sus registros, por lo que no se pudieron analizar los datos correspondientes a ese taller y, por lo tanto, todos los datos aportados en este estudio se refieren a los dos primeros talleres.

Figura 1. Estudiantes de magisterio desarrollando los tres talleres en el laboratorio a grupos de 6-7 estudiantes de 5-6 años.

RESULTADOS

Los docentes en formación inicial debían averiguar, en primer lugar, las ideas previas que tenían los/as niños/as sobre los conceptos que iban a tratar en su taller. Según sus apreciaciones, comunicadas a través del cuestionario, la mayoría de los estudiantes de Infantil tenían algún conocimiento, aunque fuera muy básico o distorsionado, sobre dichos fenómenos: [flotación] "sabían que los manguitos flotaban porque tienen aire dentro y que en el mar flotaban mejor que en la piscina"; "sabían que cuando un objeto, como su esponja, se llena de

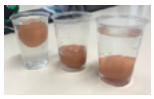
agua, se hunde"; "sabían qué elementos flotaban y algún niño el porqué"; "algunos niños dijeron que en el mar flotamos más porque el agua que tiene sal pesa más y hace que flotemos"; [aire, variación de su temperatura y presión] "ningún niño/a tenía ideas previas"; "no sabían nada".

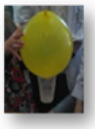
Las observaciones, preguntas, predicciones e hipótesis que consiguieron generar las docentes en los/as niños/as en el desarrollo de los talleres se muestran en la Tabla 1.

En otros casos, dado que los estudiantes de Infantil no las hacían espontáneamente, las docentes en formación se vieron obligadas a realizar preguntas, predicciones e hipótesis (Tabla 2). Sólo la mitad de ellas manifestaron creer que los estudiantes de Infantil habían llegado a adquirir un modelo explicativo próximo al científico sobre los conceptos tratados, según sus palabras: "porque después de hacer el experimento les preguntábamos si lo habían entendido y les hacíamos explicárnoslo a nosotras"; "ellos tenían una hipótesis, que luego vieron que no funcionaba, en algunos casos sabían la hipótesis correcta, puedo decir que al final aprendieron el concepto a pesar de decirlo mal en un principio; "creo que aprendieron qué iba a pasar y algunos de ellos el porqué, pero muchos otros no entendían bien el concepto"; "creo que en ambos casos aprendieron lo que queríamos que entendieran, ya que al final les hacíamos preguntas relacionadas y sabían contestarlas de manera clara".

La totalidad de las docentes señalaron que los estudiantes mostraban emociones positivas durante el desarrollo de los talleres (sorpresa, alegría, curiosidad, etc.): "los alumnos eran muy participativos y tenían ganas de aprender el porqué y hacer ellos las cosas"; "veía a los niños muy atentos, con ganas de hacer muchos experimentos y de participar, además, me sorprendió que algunos de los alumnos contestaban de una manera muy razonada"; "me llamó mucho la atención las respuestas que nos daban los niños a las preguntas que les hacíamos, ya que vi que saben más de lo que creo"; "me sorprendieron las respuestas que me daban, tienen mucha imaginación, creatividad y son muy observadores". También, todas ellas, manifestaron haber aprendido mejor esos conceptos científicos, gracias a esta experiencia ApS, y también la metodología didáctica para implementarlos.

Tabla 1. Observaciones, preguntas, predicciones e hipótesis propuestas por los estudiantes de Infantil.

TEMA	OBSERVACIONES	PREGUNTAS	PREDICCIONES	HIPÓTESIS
Flotación 	"Cuando se echa sal al agua hace flotar las cosas."	"¿Por qué flota el huevo?" "¿Qué lleva la sal para que el huevo flote?"	"El huevo no va a flotar."	"El huevo flota más por la sal." "Las cosas que flotan es porque no tienen piel." "Los objetos flotan porque tienen aire dentro." "Las olas del mar hacen que flotemos y no la sal."
Ludión	"Al apretar la botella baja el tubo de cristal."	"¿Por qué baja el muñeco del tubo cuando aprieto?"	-	"El muñeco baja porque lo pensamos" (la actividad se trabajó al comienzo de la experiencia como un truco de magia)

TEMA	OBSERVACIONES	PREGUNTAS	PREDICCIONES	HIPÓTESIS
Succión aire 	"Hala, el globo se ha pegado al vaso."	"¿Dónde está el aire?" "¿Por qué se mete el globo dentro del vaso?" "¿Por qué se quedan pegados el globo y el vaso si no hay pegamento?"	"El globo va a explotar."	"El vapor ha hecho que el globo se meta dentro."
Temperatura aire	"En agua caliente el aire de la botella hincha el globo."	"¿Por qué se hincha el globo el agua caliente y se baja en agua fría?"	-	"Se hincha el globo porque al agua caliente hace subir el aire."

Todas las docentes consideraron que los talleres son un buen recurso para la enseñanza de las ciencias ("me gustaría realizar más a lo largo del curso, ya que me parece una muy buena actividad para poner en práctica, como docentes, lo aprendido en clase, y me parece que los niños aprenden mucho más que si lo hiciesen en su propia clase"), aunque consideran mayoritariamente que es más adecuado que los organicen y desarrollen las madres y padres: "porque introducir a las familias en el colegio me parece fundamental, ya que tanto ellos como los niños se involucran más en la actividad porque son la novedad y les gusta más"; "creo que es bueno fomentar la comunicación entre padres e hijos y que se impliquen en la educación de ellos"; "creo que el trabajo cooperativo entre las familias y el profesorado es necesario para el aprendizaje de los niños, así, además, en casa podrán trabajar también los experimentos".

Tabla 2. Preguntas, predicciones e hipótesis propuestas por las docentes en formación.

TEMA	PREGUNTAS	PREDICCIONES	HIPÓTESIS
Flotación	"¿Creéis que el huevo va a flotar o se va a hundir?" "¿Qué pasará si metemos el huevo en el agua?" "¿Si echo sal en el agua del vaso, el huevo flotará o se hundirá?"	"Yo creo que va a flotar, porque en el mar floto mejor y tiene sal."	"El huevo flota en el agua salada, porque, al llevar sal, el agua pesa más y es más densa, por lo tanto, pesa más que el huevo y este no se hunde"
Ludión	"¿Qué creéis que va a pasar con el muñeco cuando apriete la botella?"	-	-
Succión aire	¿Por qué se queda el vaso pegado en el globo?"	-	"El cambio de temperatura tan brusco es el causante de que el globo y el vaso queden pegados".
Temperatura aire	"¿El globo se hincha por el aire caliente que desprende el agua?" "¿Qué pasará cuando metamos la botella en agua fría y qué pasará cuando la metamos en agua caliente?"	-	-

En cuanto al valor de la metodología ApS en el desarrollo de los talleres, todo el profesorado en formación señaló, a través del cuestionario usado en este estudio, como principal beneficio el "ganar autonomía para elegir un tema de trabajo y diseñar experiencias prácticas" (Figura 2).

Figura 2. Beneficios del ApS señalados por el profesorado en formación en el desarrollo de los talleres.

CONCLUSIONES

Exceptuando la falta de responsabilidad académica de uno de los grupos de estudiantes de magisterio, que no finalizan las tareas acordadas, provocando una disminución de los datos recogidos sobre el aprendizaje, tanto el propio como el de los/as niños/as participantes, la mayoría de los docentes en formación parece haber vivenciado satisfactoriamente la naturaleza de la ciencia, incluso diferenciar bien las predicciones de las hipótesis, cuestión nada fácil, como se muestra en un trabajo anterior (Ponz y Carrasquer, 2019), aunque, en sus hipótesis, no hayan conseguido concretar bien la causa-efecto, ni facilitar su comprensión en los/as niños/as.

Los estudiantes de magisterio, a través de esta experiencia, se dan cuenta de la importancia de poseer una suficiente formación científica previa para implementar con confianza y seguridad actividades prácticas de ciencias experimentales con el alumnado. Los talleres son valorados muy positivamente, tanto para su propio aprendizaje como futuros/as docentes, como el de los/as niños/as de Infantil y sus tutoras, mostrándose como un recurso efectivo y útil.

La metodología del ApS ha resultado útil por basar el aprendizaje de los estudiantes de magisterio en la experiencia real vivida con los/as niños/as de Educación Infantil, por conectar con sus motivaciones y por fomentar su participación comprometida en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Arbués, 2015). Las maestras de los grupos de niños/as que acudieron a realizar los talleres confirman que no realizan ningún tipo de actividad experimental en su aula, por su escasa formación científica y su falta de confianza para desarrollarlas, por lo que esta experiencia didáctica les ayuda a suplir esa carencia. Esta relación escuela-universidad es fundamental, por consiguiente, tanto para las maestras tutoras y su alumnado, como para el profesorado universitario y sus estudiantes de magisterio, sobre todo, para detectar expectativas y necesidades de las escuelas (Sanz y Gutiérrez, 2016).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de los proyectos EDU2016-76743-P (Ministerio de Economía y Competitividad), CienciaTE3 (2018-B001; Fundación Universitaria Antonio Gargallo) y PIIDUZ_19_230 (Universidad de Zaragoza). Los autores son miembros del Grupo de Referencia Beagle de investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (SR27-20R) financiado por el Gobierno de Aragón y cofinanciado con FEDER 2021-2027 "Construyendo Europa desde Aragón" (Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arbués, E. (2015). Aprender a enseñar ciencias en la universidad. Algunas propuestas metodológicas. *Opción, Año 31*, Nº. Especial 6, 55-73.

Aragón Núñez, L., Jiménez Tenorio, N., Gozalbo, M. E. y Vicente Martorel, J. J. (2016). Acercar la ciencia a la etapa de infantil: experiencias educativas en torno a talleres desde el Grado de Maestro en Educación Infantil. *Revista Iberoamericana de Educación*, 72, 105-128. DOI: https://doi.org/10.35362/rie72038

Arranz, P. (2018). Universidad ApS y responsabilidad social. En Lira, E. M., Revilla, A., y Lozano, A. (Eds.), *Aprendizaje de servicio: diálogo universidad y sociedad* (pp. 11-16). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Canedo, S. P., Castelló, J. y García, P. (2005). La construcción de significados científicos en la etapa de educación infantil: una experiencia con planos inclinados. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. VII Congreso, 1-6.

Cantó-Doménech, J., de Pro-Bueno, A. y Solbes, J. (2017). ¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 666-688.

Feu, M. T. (2002). Jugar a hacer química. En Catalá, M., Cubero, R., Diaz, J., Feu, M.T., García, E., García, J. E., Jiménez, M.P... (Eds.), *Las ciencias en la escuela, teorías y prácticas* (pp. 79-88). Barcelona: Ed. Graó.

García, M y Cotrina, M. J. (2015). El aprendizaje y servicio en la formación inicial del profesorado: de las prácticas educativas críticas a la institucionalización curricular. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 19 (1), 8-25.

Hoban, G. (1997). Learning about learning in the context of a science methods course. En J. Loughran y T. Russell (Eds.), *Teaching about teaching: Purpose, passion and pedagogy in teacher education* (pp. 133-149). London: Falmer Press.

Ibañez, C. (2010). *El proyecto de Educación Infantil y su práctica en el aula*. Madrid: Ed. La Muralla.

Lichene, C. (2018). L'educazione "scientifica" nella Scuola dell'Infanzia: prospettive e sviluppi nella letteratura. *RELAdEI (Revista Latinoamericana de Educación Infantil)*, 7(1), 109-117.

Muñoz, I. (18 de mayo de 2018). Alumnos de Infantil del CEIP La Fuenfresca se convierten en universitarios por un día. *Diario de Teruel*, 6.

Ponz, A. y Carrasquer, B. (2019). Uso de predicciones e hipótesis en la educación infantil para enseñar ciencias experimentales. En Membiela, P., Cebreiros, M.I., y Vidal, M. (Eds.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias* (pp. 287-291). Ourense: Educación Editora.

Puig, J. M. (Coord.) (2009). *Aprendizaje Servicio (ApS). Educación y compromiso cívico*. Barcelona: Ed. Graó.

Saz, I. y Ramo, R.M. (2015). Aproximación a los impactos y beneficios del aprendizaje servicio en la Univer-

sidad de Zaragoza. *RIDAS, Revista Iberoamericana de Aprendizaje y Servicio*, 1, 9-27. DOI: https://doi.org/10.1344/ridas2015.1.2

Sanz, J. y Gutiérrez, L. (2016). Talleres científicos con niños y niñas en el grado de educación infantil: un modelo de investigación-acción y una iniciativa universidad-escuela. *Campo Abierto*, 35 (1), 205-216.

Sanz, J. y Gutiérrez, L. (2017). Talleres de ciencias en grado de infantil: bases de una práctica reflexiva para el profesorado en formación. *Enseñanza de las ciencias, número extraordinario*, 2009-2014.

Van Aalderen-Smeets, S.I., Walma Van Der Molen, J.H. y Asma, L.J.F. (2012). Primary Teachers' Attitudes Toward Science: A New Theoretical Framework. *Science Education*, 96 (1), 158–182.

Vega, S. (2006). *Ciencia 0-3 años. Laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Ed. Graó.

Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6: Laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Ed. Graó.

Waterman, A. S. (1997). *Service-Learning: Applications from the Research*. New York: Psychology Press.

CF.14 El nuevo cementerio nuclear, ¿a quién le afecta? Elaboración de mapas de controversia en la formación inicial del profesorado de ciencias

Naira Díaz-Moreno[1], Alicia Fernández-Oliveras[2], Beatriz Crujeiras-Pérez[3] y Carolina Martín-Gámez[4]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. [3]Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela. [4]Departamento de Didáctica de la Matemática, las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.[1]nc.diazmoreno@um.es

RESUMEN

Este trabajo examina las posturas y actores que se representan en un mapa de controversia sobre la gestión de residuos derivados de la generación de energía nuclear y los datos que se incluyen para sustentarlos. Los participantes son 212 estudiantes de los grados de Educación infantil y Primaria de tres universidades españolas. La muestra de análisis la forman 50 mapas elaborados por los maestros en formación inicial trabajando en pequeños grupos. A partir del análisis del contenido se elaboró una rúbrica en base a categorías emergentes que cuenta con tres niveles de desempeño y con la que se estudió la muestra. Los resultados apuntan a una correcta identificación de las posturas y actores que se muestran a favor o en contra de la problemática planteada sobre los residuos nucleares, pero no de las posturas neutrales. Además, se encuentran dificultades para incorporar datos en los mapas.

Palabras clave: Mapas de controversia; Teoría del actor-red; Controversias Sociocientíficas; Formación del Profesorado.

INTRODUCCIÓN

Diferentes países, educadores y organizaciones relacionadas con la enseñanza de las ciencias han identificado las destrezas de comunicación como necesarias para desarrollar la alfabetización científica del siglo XXI. Ejemplo de ello es que en Estados Unidos la Asociación para las Destrezas del Siglo XXI (P21) enfatiza la habilidad para articular ideas y pensamientos en una variedad de formas y contextos como una parte importante de la alfabetización científica (Chung, Yoo, Kim, Lee y Zeidler, 2016).

En esta línea se han seguido diversos enfoques pedagógicos y estrategias. Ejemplo de estas es la organización de debates, medio eficaz para alentar a los estudiantes a participar en el discurso en el aula (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2008); o el enfoque basado en problemas, donde se sitúa al alumnado en contextos reales jugando un papel de solucionador de problemas sociocientíficos (Sadler, Barab y Scott, 2007).

Desde la enseñanza de las ciencias se viene reconociendo el potencial educativo de estos problemas por involucrar ciencia y sociedad (Sadler, 2009), y ser controvertidos y complejos, al carecer de soluciones simples y directas (Sadler, 2004). Por tanto, se requiere la identificación de múltiples perspectivas para realizar una toma de decisiones fundamentada en torno a ellos y constituyen un contexto idóneo en el que implicar al alumnado para trabajar las discrepancias que los caracterizan como herramienta para fomentar la alfabetización científica, desarrollando además habilidades comunicativas.

Por otro lado, se han buscado distintas formas de integrar los enfoques Ciencia Tecnología Sociedad Medioambiente (CTSA) y las cuestiones sociocientíficas (CSC) en un esfuerzo por ampliar el significado y el alcance de la alfabetización científica (Zeidler, Sadler, Simmons y Howes, 2005). No obstante, muy pocas investigaciones proponen el uso del "mapa de la controversia" como recurso para su desarrollo.

En el presente estudio se usa una cuestión sociocientífica y la elaboración del mapa de dicha controversia a fin de promover una alfabetización científica actualizada, así como el desarrollo de destrezas comunicativas en el aula de ciencias. En concreto, se propone el uso de una cuestión controvertida como es la gestión de los residuos derivados de la explotación de la energía nuclear, con el objetivo de mejorar la comunicación sobre problemáticas socialmente relevantes en las que existen diferentes puntos de vista, y donde el alumnado debe elaborar reflexiones y razonamientos para integrar diferentes perspectivas.

Por ello, el análisis está centrado en el contenido de los mapas de la controversia realizados por los participantes, estudiando, por un lado, los actores que identifican y, por otro, los datos aparecen. Así, los objetivos de este estudio se concretan en las siguientes preguntas de investigación: a) ¿Qué actores y posturas de estos representan los futuros maestros en el mapa de la controversia sociocientífica? b) ¿Qué datos aportan en el mapa para sustentarlo?

MARCO TEÓRICO

Para profundizar en el estudio de la controversia hemos utilizado la teoría del actor-red desarrollada por Bruno Latour y Michelle Callon (Musiani, 2010). A pesar de que resulta difícil de definir (Fenick y Edwards, 2010), esta teoría asume que en la construcción de los "hechos científicos" intervienen factores tanto sociales como epistémicos y, por tanto, estos hechos científicos se establecen como tales gracias a complejos procesos de negociación solo si logran involucrar a una amplia red de actores (humanos o no) motivados por los más diversos y convergentes intereses (Alcíbar, 2007). La teoría, por tanto, se centra en las asociaciones y conexiones que se generan entre diversos actores, así como en sus negociaciones y los efectos que estas producen en la cuestión de estudio.

La teoría del actor-red nos va a permitir analizar de manera detallada controversias sociocientíficas, teniendo en cuenta cómo los diferentes actores negocian y desarrollan argumentos y contraargumentos que les

permiten elaborar distintas versiones del mundo social y natural. Entendemos como actor cualquier agente o cosa que hace algo, ya sean seres humanos, objetos técnicos, organismos, etc. (Venturini, 2010), y que, para determinar actores en una controversia nos debemos preguntar si su presencia o ausencia produce alguna diferencia y si esta es percibida por otro actor.

Los diferentes actores forman redes que unen la ciencia con actores "humanos" y "no humanos" colectivamente mediante un discurso, tanto político y práctico, como científico (Latour, 1993). Por lo que esta teoría nos permite detallar las asociaciones entre objetos, humanos y acuerdos políticos (Latour, 2005). Constituye una herramienta conceptual y heurística que permite organizar y tratar la información empírica, así como analizar las complejas redes implicadas en las cuestiones socialmente controvertidas, a pesar de su complicada carga teórica (Latour, 2011). En las ciencias sociales está jugando un papel relevante los últimos años, llamando la atención de investigadores en educación (Fenick y Edwards, 2010), por ser un marco teórico de referencia que permite estudiar cómo los diversos actores negocian y exponen sus intereses divergentes para fijar en la trama común determinados aspectos de la controversia. Sobre este marco se ha formado la cartografía o mapa de la controversia, que constituye un conjunto de técnicas para investigar controversias públicas (Musiani, 2010) y que se ha convertido en un método completo de investigación.

La cartografía de la controversia constituye el ejercicio para observar y describir el debate social, fundamentalmente, en torno a temas sociocientíficos, siendo su propósito principal realizar una descripción detallada de la problemática vista por sus protagonistas (Venturini, 2010). En la realización del mapa no debemos usar ninguna categoría previa, utilizando en todo momento un proceso emergente, así como todos los instrumentos de observación posibles. Este proceso se realizará desde tantos puntos de vista como sea posible, con la finalidad de tener en cuenta el mayor número de factores (Venturini, 2012) y que esto nos permita reconsiderar nuestras propias creencias atendiendo más a las voces de los actores que a nuestras ideas previas o preconcebidas.

Ambos elementos, la teoría del actor-red y la cartografía de la controversia, no son solamente una herramienta educativa, sino que constituyen una manera de intervenir en temas educativos. En esta investigación, se ha utilizado la versión didáctica de la teoría del actor-red conocida como "cartografía de la controversia", que es más fácil de utilizar puesto que pone el énfasis en la naturaleza práctica e instrumental del análisis de las controversias.

METODOLOGÍA

La muestra estudiada consta de 50 representaciones en forma de mapas de la controversia sociocientífica realizados por 212 docentes en formación inicial que cursaban asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales en tres universidades españolas (UNI1, UNI2 y UNI3) durante el curso 2016-17. 32 de los mapas fueron elaborados por estudiantes del Grado en Educación Primaria (17 de UNI1 y 15 de UNI2) y 18 los realizaron estudiantes del Grado en Educación Infantil (de UNI3).

Los datos analizados se obtuvieron a partir de la realización de una serie de actividades incluidas dentro de una propuesta formativa centrada en una controversia sociocientífica sobre la gestión de los residuos derivados de la explotación de la energía nuclear (Martín-Gamez, Fernández-Oliveras, Díaz-Moreno y Crujeiras-Pérez, 2019; Crujeiras-Pérez, Martín-Gamez, Díaz-Moreno y Fernández-Oliveras, 2020). En dicha propuesta, los participantes trabajaron en pequeños grupos de cuatro a cinco miembros. En las sesiones previas a la elaboración de los mapas se realizaron las siguientes tareas, constituidas por varias actividades interrelacionadas:

1- Discusión de ideas previas sobre los cementerios nucleares.

2- Lectura y debate de una noticia sociocientífica sobre las centrales nucleares, los accidentes ocurridos en algunas de ellas y si deberían o no cerrarse.

3- Representación de un juego de rol, bajo el título: ¿Debemos instalar un nuevo cementerio nuclear?

En la tarea dedicada a la elaboración de los mapas se pretendía sintetizar la información sobre la controversia sociocientífica recopilada en las tareas anteriores, mediante la realización una representación gráfica cuyo elemento central debía ser "El cementerio nuclear". Con ello se perseguía completar la caracterización de los actores implicados en la controversia y de sus respectivas posturas en dicha controversia. Una vez completada esta caracterización, se planteaba identificar las interrelaciones entre los distintos actores, estableciendo redes y estudiando cómo les afectan los diferentes intereses.

Cada grupo de trabajo plasmó de forma gráfica la información trabajada en las sesiones anteriores de la propuesta formativa mediante la elaboración de un mapa de la controversia sociocientífica, que debía recoger los actores implicados y sus posturas, así como sus intereses y las interrelaciones que pueden existir entre ellos.

El estudio del contenido de los mapas de controversia se realizó mediante análisis cualitativo (Schreirer, 2012) empleando un instrumento en forma de rúbrica definido por las autoras y basado en categorías emergentes (Venturini, 2010). En esta comunicación se muestran los resultados correspondientes al análisis de en qué medida los mapas plasman los actores implicados, sus posicionamientos y datos relacionados con la controversia sociocientífica. Los criterios considerados junto con la descripción de sus niveles se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica de análisis del contenido de los mapas de la controversia sociocientífica

Dimensión	Criterio	Niveles de desempeño		
		N1	N2	N3
Actores	AC1. Grado en que los participantes identifican los actores implicados en la controversia sociocientífica	Solo representan algunos de los actores (3 o 4) implicados que están a favor y/o en contra	Representan la mayoría de los actores implicados que están a favor y/o en contra	Representan todos los actores implicados que están a favor y/o en contra y los neutrales
	AC2. Grado en que los participantes identifican las posturas de cada uno de los actores implicados en la controversia sociocientífica	Solo representan algunos actores (3 o 4) en la postura que cada actor defiende	Representan la mayoría de los actores en la postura que cada actor defiende	Representan todos los actores en la postura que cada actor defiende
Datos	DT1. Grado en que los participantes identifican datos de la controversia sociocientífica	No incorporan nada o únicamente datos de los roles representados en el juego	Incorporan algunos datos de las noticias y/o del juego de rol pero no proporcionan aportaciones personales	Incorporan los datos relevantes de las noticias y/o del juego de rol e incluyen aportaciones personales

RESULTADOS

Considerando los datos totales de las tres universidades (Tabla 2), se aprecia que en más de la mitad de los mapas los participantes son capaces de identificar y representar todos los actores implicados en la controversia

(N3 en AC1), así como sus posturas (N3 en AC2). Sin embargo, no ocurre lo mismo cuando tienen que incorporar datos que sustenten su identificación de roles y posturas. Así, el 60% de los mapas analizados no incorpora ningún dato o se limita a recoger los datos facilitados al describir cada uno de los roles del juego previamente realizado. Solo en 13 de ellos se muestran datos relevantes de cada una de las posturas, extraídos tanto de las noticias facilitadas en la actividad anterior como de otras fuentes de información seleccionadas por los participantes (N3 en DT1). En la figura 1 se muestran ejemplos.

Tabla 2. Frecuencias totales de los niveles de desempeño de cada criterio

Dimensión (D)	Criterio (C)	Frecuencia		
		N1	N2	N3
Actores	AC1	2 (4,0%)	18 (36,0%)	30 (60,0%)
	AC2	8 (16,0%)	13 (26,0%)	29 (58,0%)
Datos	DT1	30 (60,0%)	7 (14,0%)	13 (26,0%)

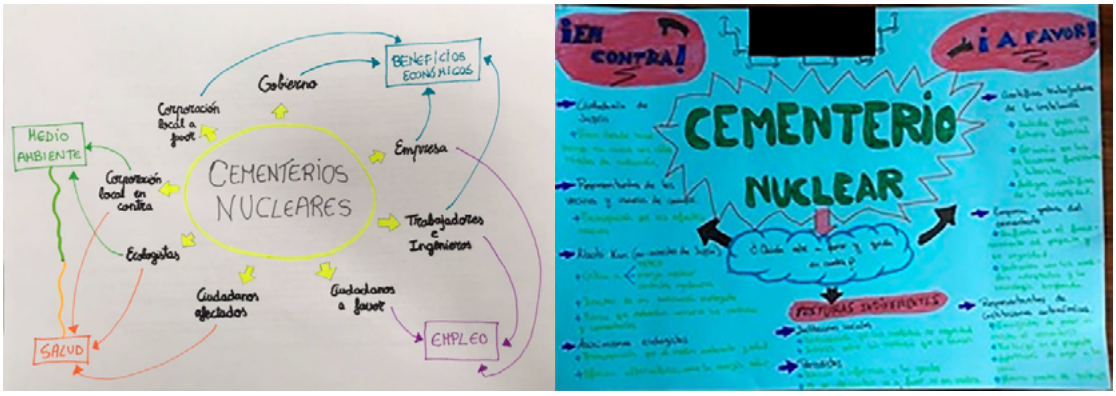


Figura 1. Mapas realizados por participantes de la UNV2 (izquierda, categorizado como N2 en AC1, y N1 en AC2 y DT1) y la UNV1 (categorizado como N3 en AC1, AC2 y DT1).

Si se analizan los datos obtenidos por universidades (Tabla 3), se observa como la tendencia anteriormente descrita sobre el grado en el que los participantes identifican a los actores (AC1) y sus posiciones (AC2) se repite en dos de las universidades participantes (UNV1 y UNV3). Es decir, la mayoría están en N3 en ambas categorías. Sin embargo, en una de las universidades (UNV2) este patrón no se repite. Así, en la categoría AC1 la mayoría de los mapas de esta universidad está en N2, principalmente porque olvidan reflejar la figura de los periodistas como un actor dentro de la controversia. Respecto a la identificación de las posturas (AC2), la mayoría de los mapas de UNV2 también está en N2, siendo este nivel el segundo más frecuente en UNV1 y el minoritario en UNV3. Parece que fundamentalmente en los mapas de UNV2, bien no recogen la postura neutral que deberían tener los periodistas, o bien la confunden y la consideran en contra.

En relación a la identificación de datos (DT1) sí se observa un patrón similar en los mapas de las UNV2 y UNV3, estando la mayor parte de ellos ubicados en N1. Es decir, en dos de las universidades los participantes tienen ciertas dificultades para identificar datos que apoyen las posturas de los actores que participan en la controversia sociocientífica. Incluso se puede comprobar que cuando aportan algún dato (N2), no queda muy claro a qué se refieren. En la otra universidad (UNV1) se observa un mayor número de mapas en el nivel deseado (N3), aun no siendo los resultados tan buenos como en el resto de categorías.

Tabla 3. Frecuencias relativas respecto al número de mapas de cada universidad (N_{UNV}) de los niveles de desempeño de cada criterio

D	C	Frecuencia en los niveles de desempeño								
		UNV1 (N_{UNV}=17)			UNV2 (N_{UNV}=15)			UNV3 (N_{UNV}=18)		
		N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3
AC	AC1	0,0%	29,4%	70,6%	0,0%	73,3%	26,7%	11,1%	11,1%	77,8%
	AC2	5,9%	17,6%	76,5%	0,0%	60,0%	40,0%	38,9%	5,6%	55,6%
DT	DT1	35,3%	23,5%	41,2%	66,7%	20,0%	13,3%	77,8%	0,0%	22,2%

CONCLUSIONES

Con respecto a la primera pregunta de investigación, ¿Qué actores y posturas de estos representan los futuros maestros en el mapa de la controversia sociocientífica?, los participantes son capaces de representar los actores que participan activamente en el debate y que tienen posturas definidas como a favor y en contra, mientras que tienen más dificultades para representar los actores neutrales. El hecho de que los actores neutrales sean el colectivo de periodistas puede influir en el resultado obtenido, debido situaciones que se viven en la actualidad con determinados medios de comunicación que tienden a sesgar y manipular información.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación, ¿Qué datos aportan en el mapa para sustentarlo?, en líneas generales, los participantes muestran dificultades para incorporar datos en el mapa, especialmente, de elaboración propia. Esto puede deberse a varios factores. Uno de ellos es la falta de familiarización con el uso de esta herramienta, ya que era la primera vez que trabajaban con un mapa de controversia. Otro factor puede estar relacionado con la complejidad de la temática y con su falta de conocimiento científico, pues no se dedicó ninguna sesión previa a trabajar los contenidos científicos asociados a la problemática en cuestión. Además, otra cuestión que podría tener relación con los resultados obtenidos es la falta de destrezas argumentativas, por ejemplo, la selección y uso de pruebas o la elaboración de justificaciones. Esta carencia puede influir en que los participantes no vean la necesidad de incorporar datos y elaborar argumentos justificando la representación de cada actor y su postura.

Los resultados obtenidos sugieren una serie de implicaciones educativas. Por un lado, es necesario utilizar más actividades que impliquen el análisis y la toma de decisiones sobre distintas controversias, para profundizar en la existencia del rol neutral y en su utilidad. Por otro, para aprovechar el potencial de los mapas de controversia para el aprendizaje, es necesario planificar actividades de argumentación previas, que faciliten a los participantes el análisis de la información y la elaboración de argumentos asociados a la problemática que se va a representar luego en el mapa. Todo ello contribuirá al aprendizaje de los contenidos científicos implicados en la controversia y al desarrollo de la alfabetización científica de los participantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto “Influencia del conocimiento epistémico en el desarrollo de las prácticas científicas” (EDU2017-82915R) financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación y del proyecto “Análisis didáctico de unidades de enseñanza y aprendizaje en libros de texto de matemáticas y ciencias desde una perspectiva de género” (PGC2018-094114-A-I00) financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crujeiras-Pérez B., Martín-Gamez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las ciencias* (aceptado).

Martín-Gamez, C., Fernández-Oliveras, A., Díaz-Moreno, N. y Crujeiras-Pérez B. (2019). Evolución de las concepciones de futuros maestros sobre las acciones requeridas para la toma de decisiones en un contexto sociocientífico. En *XVIII Encontro Nacional de Educação em Ciências | III International Seminar of Science Education*. Univerisdade do Porto, Oporto.

Chung, Y., Yoo, J., Kim, S. W., Lee, H., y Zeidler, D. L. (2016). Enhancing Students' Communication Skills in the Science Classroom though Sociosicientific Issues. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14(1)*, 1-27. https://dx.doi.org/10.1007/s10763-014-9557-6

Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. The Netherlands: Springer.

Latour, B. (1993). *We have never been modern*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory* . New York: Oxford University Press.

Latour, B. (2011). Networks, Societies, Spheres: Reflections of an Actor-Network Theorist. *International Journal of Communication, 5*, 796-810. hhtps://doi.org/1932–8036/20110796

Musiani, F. (2010). Dalla ricerca all'insegnamento (Il passo é breve). *TECNOSCIENZA. Italian Journal of Science & Technology Studies, 1(2)*, 165-184.

Sadler, T. D. (2004) Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching, 41*, 513-536. https://doi.org/10.1002/tea.20009

Sadler, T. D. (2009) Situated learning in science education: socio□scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education, 45(1)*, 1-42. https://doi.org/10.1080/03057260802681839

Sadler, T. D., Barab, S. A. y Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education, 37(4)*, 371–391. https://doi.org/ 10.1007/s11165-006-9030-9

Schreirer, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice.* Londres: Sage.

Venturini, T. (2010). Diving in magma: How to explore controversies with actor- network theory. *Public Understanding of Science, 19(3)*, 258-253. https://doi.org/10.1177/0963662509102694

Venturini, T. (2012). Building on faults: how to represent controversies with digital methods. *Public Understanding of Science, 21(7)*, 796-812. https://doi.org/10.1177/0963662510387558

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons,M. L., y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A researchbased framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377. https://doi.org/10.1002/sce.20048

CF.15 Comparación entre lo que hacen y lo que creen hacer los futuros docentes de Educación Infantil: análisis sobre el papel que le otorgan al alumnado en sus salidas al medio natural

Elena Bravo Lucas, Emilio Costillo Borrego, José Luis Bravo Galán e Isaac Corbacho Cuello

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. ebravo@unex.es

RESUMEN

Las salidas al medio natural son un recurso muy útil para acercar al alumnado a la ciencia. Para que sean exitosas, los docentes deben planificarlas otorgando un papel activo al alumno. El objetivo de este estudio es conocer si los futuros maestros de Educación Infantil (EI) detectan el papel que le dan al alumno en la salida al medio natural. Analizamos cualitativamente 196 videos y sus correspondientes 196 reflexiones escritas para comprobar si cada futuro maestro es capaz de reconocer el papel que ha otorgado a sus estudiantes al realizar la salida. Nuestros resultados destacan que el 68% de los futuros maestros reconocen el papel que han otorgado a sus alumnos, mientras que el 32% no. Aun habiendo visto los videos y trabajado la planificación de salidas al medio natural en clase, muchos futuros docentes no son capaces de reconocer el papel que otorgan a sus alumnos en ellas.

Palabras clave: salidas al medio natural; enseñanza de las ciencias; Educación Infantil; maestros en formación; papel del alumnado.

INTRODUCCIÓN

Muchas investigaciones resaltan la importancia de la enseñanza de las ciencias en las distintas etapas escolares y en los futuros maestros (Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016; Guisasola y Morentin, 2007; Stanley y Brickhouse, 2001). Sin embargo, en EI la enseñanza de la ciencia se ha mantenido bastante más apartada que en otros niveles. Esto se puede contemplar en las aulas y en el déficit que existe en la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Aguilera, 2018; Cantó, De Pro, y Solbes, 2016).

Estas ausencias no implican que el aprendizaje de la ciencia en EI no tenga importancia. Se ha comprobado que los alumnos que se encuentran en esta etapa son capaces de observar la realidad y la naturaleza que les rodea, de formular hipótesis y teorías al respecto, así como de participar en procesos de investigación. Además, la ejecución de las actividades científicas a temprana edad puede desencadenar una predisposición duradera y positiva hacia la ciencia (Krapp y Prenzel, 2011; Tonucci, 2012).

Además, las características propias de estos alumnos hacen que estén totalmente predispuestos para explorar y disfrutar del medio natural que les rodea. Los contenidos científicos relacionados con las causas, procesos y mecanismos que subyacen a los diferentes fenómenos biológicos y físicos son sumamente atractivos para los niños de edades tempranas, ya que están biológicamente preparados para aprender sobre el mundo que los rodea (French, 2004; Piaget, 1967).

Si atendemos a las diferentes legislaciones vigentes, podemos observar que se incide de forma directa en la relevancia de que el alumnado de esta etapa observe y explore su entorno natural (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación). El currículo extremeño de EI expone como objetivos de la etapa que los alumnos deben "observar y explorar de forma activa su entorno", y que "la vivencia que tienen con los elementos de la naturaleza se propiciará a través de una adecuada intervención educativa que facilite la observación de algunos fenómenos naturales, así como al progresivo conocimiento de los seres vivos que les rodean" (Decreto 4/2008, de 11 de enero). Por ello, las salidas al medio natural pueden resultar un recurso metodológico muy conveniente y apropiado en esta etapa.

Para Meredith, Fortner, y Mullins (1997) o Aguilera (2018), las salidas al medio natural son un recurso muy interesante que se han empleado desde hace cientos de años en la didáctica de las ciencias experimentales, las cuales cumplen tres aspectos: ocurren fuera del aula, tienen un fin educativo y generan experiencias en los alumnos. En ellas se pueden desarrollar conceptos y procedimientos propios del método científico, así como valores y actitudes positivas hacia la ciencia y el medio ambiente (Pedrinaci, 2012), aunque muchos docentes rechazan realizarlas porque consideran que requiere conocimientos más profundos de los que poseen (Del Toro y Morcillo, 2011).

Además, las salidas aportan muchos beneficios. En el alumnado se observa un mayor conocimiento y más complejo sobre los contenidos trabajados, y en los maestros se perciben relaciones más estrechas con sus alumnos y un mayor desarrollo de la práctica docente (Dillon *et al.*, 2016; Tenenbaum, Rappolt-Schlichtmann, y Zanger, 2004).

En estas salidas, es imprescindible que el alumno tenga un papel activo, lo que provocará un mayor desarrollo de sus competencias (Gértrudix y Ballesteros, 2014; Pedrinaci, Sequeiros, y García de la Torre, 1994). Para ello, el niño debe manipular, experimentar sensaciones y realizar actividades motrices y cognitivas en las salidas al medio natural, puesto que así el alumno está interaccionando con elementos y situaciones de la realidad en vez de con representaciones (Urones y Sánchez-Barbudo, 1997).

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es analizar si los futuros maestros de EI son capaces de detectar el papel que han

otorgado a sus alumnos en la salida al medio natural que han propuesto previamente. Para llegar hasta ello, también nos planteamos conocer el papel que dan al alumnado estos futuros maestros al plantear una salida al medio natural en esta etapa.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio empleamos un muestreo no probabilístico de conveniencia. Nuestros participantes han sido 196 maestros en formación inicial de EI de la Universidad de Extremadura de tres cursos consecutivos (desde el 2016-2017 hasta el 2018-2019).

Los instrumentos empleados en este estudio han sido el análisis de grabaciones en formato video y el análisis de reflexiones escritas. Basándonos en el estudio de Costillo, Borrachero, Villalobos, *et al.* (2014), hemos pedido a los futuros docentes de EI que grabaran un video adoptando el rol de maestro y llevando a cabo una salida al medio natural. Este video debía tener una duración de entre 3 y 5 minutos. Esta petición se hizo en la primera sesión de la asignatura "Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil" para evitar influencias de los contenidos que se impartirían más adelante.

Las reflexiones escritas contenían diferentes preguntas para que los futuros maestros guiaran su reflexión. La pregunta que hemos analizado fue "Sobre el papel que como profesor le doy al alumno: Aspectos positivos y negativos. ¿Cómo crees que mejoraría?". Estas reflexiones fueron recogidas durante las últimas sesiones de la asignatura, una vez que los participantes habían visionado todos los videos y que ya se habían impartido la mayoría de los contenidos.

Para el estudio de los datos, hemos utilizado una metodología cualitativa. Este análisis se ha realizado usando el software online webQDA, el cual nos ha permitido el estudio de los videos y de las reflexiones escritas sin necesidad de transcribirlos (Neri, Neri, Costa, y Moreira, 2016). Las categorías que utilizamos para el análisis de los videos y las reflexiones están basadas en la técnica del análisis de contenidos (Bardin, 1996) y son las siguientes: "papel activo", cuando hacen que el alumno interactúe con el entorno a través de actividades que favorezcan su reflexión, "papel pasivo", cuando se limitan a dar una explicación sobre un tema, "reconoce el papel otorgado al alumno", cuando reflexiona adecuadamente sobre el papel que ha dado al alumno en su video, y "no reconoce el papel otorgado al alumno".

Primero se estudió el papel que los futuros maestros le dan al alumnado en el video (lo que hacen) y, posteriormente, lo que reflejan en sus reflexiones (lo que creen que han hecho) sobre el papel que otorgan al alumnado. Por último, se comparó sujeto a sujeto lo que hicieron con lo que ellos pensaban que habían hecho en sus videos a través de sus reflexiones. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba estadística Chi cuadrado.

RESULTADOS

Al analizar los videos de las salidas al medio natural realizadas por los futuros maestros de EI observamos que el 74,5% otorga un papel pasivo al alumnado de esta etapa (Tabla 1). Algunos videos fueron descartados por ser imposible su categorización en esta cuestión (4,6%).

Tabla 1. Papel otorgado al alumnado por los futuros maestros de EI en los videos

PAPEL	TOTALES	PORCENTAJES
Activo	41	20,9
Pasivo	146	74,5
Eliminados	9	4,6

Respecto a las reflexiones escritas, observamos que más del 34% de los futuros docentes consideran haber dado un papel activo al alumnado (Tabla 2). Algunas reflexiones fueron descartadas por ser imposible su categorización en esta cuestión (20,9%).

Tabla 2. Papel otorgado al alumnado por los futuros maestros de EI en las reflexiones

PAPEL	TOTALES	PORCENTAJES
Activo	68	34,7
Pasivo	87	44,4
Eliminados	41	20,9

Se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre la visión que tienen los futuros maestros con respecto al papel otorgado al alumnado y lo que han llevado a cabo realmente (Chi-cuadrado=18,798, g.l.= 1, $P < 0.001$).

Percibimos que el 32% de los docentes en formación no reconocen el papel que han dado a sus alumnos en las salidas al medio natural (Figura 1). Por ejemplo, algunos participantes en sus reflexiones expusieron lo siguiente: "el papel creo que es activo, ya que he puesto gran cantidad de ejemplos sencillos para que los alumnos de infantil pudieran entender muy bien el tema" y "les doy a mis alumnos un papel activo durante todo el vídeo haciéndoles preguntas y relacionando lo que están viendo con cosas que hemos visto en clase y cosas cotidianas". Sin embargo, en sus videos observamos que dan un papel pasivo al alumnado, pues se limitaron a dar una explicación sobre el tema trabajado.

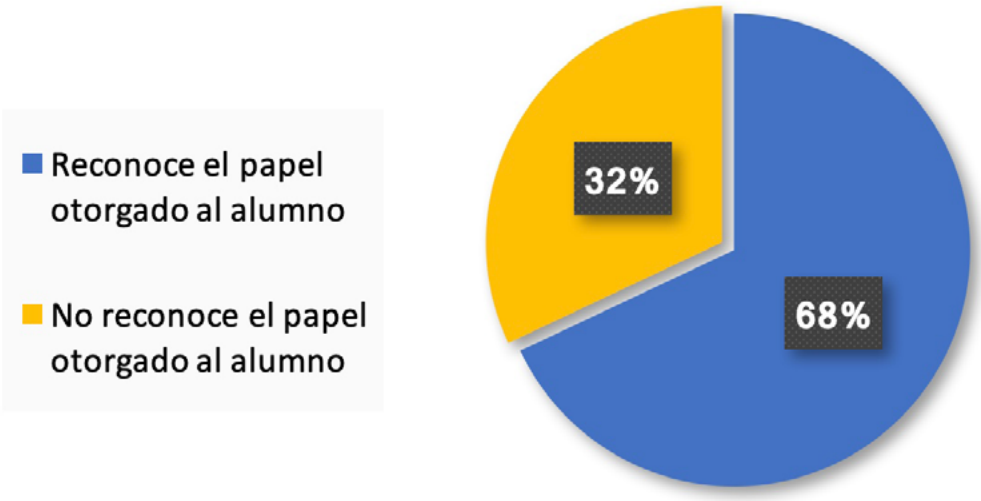


Figura 1. Porcentaje de maestros en formación inicial que reconocen y que no reconocen el papel que han otorgado a sus alumnos en sus salidas al medio natural

DISCUSIÓN

Un alto porcentaje de los maestros en formación inicial de EI otorga un papel pasivo a sus alumnos cuando realizan una salida al medio natural. Este resultado coincide con los de Costillo, Borrachero, Villalobos, *et al.*

(2014) en un estudio similar realizado con docentes en formación de Educación Secundaria. Esta tendencia a llevar a cabo salidas al medio natural donde el alumno resulta ser un mero oyente de un discurso es compartida por otros futuros maestros en cuanto a la enseñanza de las ciencias se refiere (Martín, Prieto, y Jiménez, 2015).

No obstante, Tal, Lavie, y Morag (2014) obtuvieron resultados bastante diferentes. En su análisis observacional de diferentes salidas a entornos naturales destacan que los estudiantes suelen mantener un papel activo, y defienden que esto incide en la calidad y éxito de las salidas. Urones y Sánchez-Barbudo (1997) apoyan esto último, y destacan que para que las salidas sean exitosas, los docentes deben desarrollar maneras de trabajar que animen a los alumnos a ser activos en su aprendizaje manteniendo el contacto con la realidad a través de la actividad manipulativa, motriz, intelectual y sensorial del alumnado.

El resultado más llamativo de este estudio es el que nos indica que una gran parte del profesorado en formación no es capaz de detectar cual había sido el papel que le había dado a su alumnado. Esta reflexión puede resultar difícil para los futuros maestros por dos razones que se retroalimentan: en primer lugar, implica conjugar los saberes que los maestros poseen de su propia práctica docente con el conocimiento que se ha generado posteriormente, y en segundo lugar, la dificultad de una reflexión adecuada está asociada a la falta de práctica en esta tarea, la cual es poco empleada en la formación de maestros (Mercado y Rockwell, 1988). Apoyando los resultados de este trabajo, se ha demostrado que en muchas ocasiones hay una discordancia entre lo que los profesores creen sobre su labor docente y lo que luego hacen (Martínez, Martín del Pozo, Rodrigo, Varela, Fernández y Guerrero, 2002; Mellado, Bermejo, Blanco y Ruiz, 2007).

Las creencias de los futuros docentes de la enseñanza de las ciencias en la etapa también pueden estar relacionadas. Según Cantó, de Pro y Solbes (2016), los maestros en formación de EI consideran que en esta etapa no suelen plantear actividades propias del aprendizaje científico como los experimentos, los juegos o la argumentación, persistiendo aquellas más tradicionales como las fichas o el libro de texto.

Además, en un estudio anterior (Bravo, Costillo y Bravo, 2018) se pone de manifiesto que la realización de la asignatura "Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil" implica una evolución significativa en las actividades científicas que proponen los futuros maestros. Por ello, entre las futuras líneas de investigación que se producen de este estudio se tendrá en cuenta la repetición del video al final del cuatrimestre para observar si el papel que otorgan al alumnado cambia después de cursar la asignatura mencionada.

CONCLUSIÓN

Aunque la mayoría de los futuros maestros de EI reconocen el papel que han otorgado a sus alumnos en una salida al medio natural, muchos no lo detectan aun cuando esta actividad se ha trabajado durante toda la asignatura a través del visionado, la reflexión y el debate de los videos en grupo, a través de sesiones teóricas y, finalmente, mediante reflexiones individuales de los videos de los compañeros y de los suyos propios. Esto indica que es necesario seguir trabajando no solo en el diseño de salidas al medio natural que sean efectivas y provechosas para el alumnado de EI, sino que se debe incidir en la formación inicial de maestros en aspectos relacionados con la realización de actividades científicas prácticas.

AGRADECIMIENTOS:

Estudio financiado por el Proyecto de Investigación: EDU2016-77007-R del Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Proyecto IB16140 del V Plan Regional de I+D+i (2014-2017) de la Junta de Extremadura. Elena Bravo Lucas agradece a la Junta de Extremadura por la concesión de un contrato FPI predoctoral (PD18045).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *15*(3), 3103.

Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Bravo, E., Costillo, E., y Bravo, J. L., (2018). 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Iluminando el cambio educativo. In Martínez Losada, C. y García Barros, S. (Ed.), *Evolución de las actividades científicas prácticas propuestas por los futuros maestros de Educación Infantil* (pp. 523-528). A Coruña.

Cantó, J., de Pro, A., Solbes, J., (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, *34.3*, pp. 25-50. Recuperado de https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v34-n3-canto-de-pro-solbes/404255

Costillo, E., Borrachero, A. B., Villalobos, A. M., Mellado, V., y Sánchez, J. (2014). Utilización De La Modelización Para Trabajar Salidas Al Medio Natural En Profesores En Formación De Educación Secundaria. *Revista Bio-Grafía Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, *7*(13), 165. DOI: https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia165.175

Decreto 4/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el Currículo de Educación Infantil para la Comunidad Autónoma de Extremadura. *Diario Oficial de Extremadura*. Mérida, 11 de Enero de 2008, núm. 12, pp. 1226–1272.

Del Toro, R., y Morcillo, J. G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, *19*(1), 39–47.

Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., y Benefield, P. (2016). The value of outdoor learning: Evidence from research in the UK and elsewhere. *Towards a Convergence Between Science and Environmental Education: The Selected Works of Justin Dillon*, 179–185. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315730486

French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*(1), 138–149. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004

Gértrudix, F. y Ballesteros, V. (2014). El uso de herramientas 2.0 como recursos innovadores en el aprendizaje de niños y niñas en Educación Infantil. Un estudio de caso de investigación-acción. Recuperado de http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec49/n49_GertrudixBallesteros.html

Gómez-Motilla, C., y Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *13*(3), 643–666.

Guisasola, J., y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, *6*(2), 246–262.

Krapp, A., y Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, *33*(1), 27–50. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 4 de mayo de 2006.

Martín, C., Prieto, T., y Jiménez, Á. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, *33*(1), 167–184. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1500

Martínez, M, Martín del Pozo, R, Rodrigo, M, Varela, P., Fernández, M. P. y Guerrero. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la acción docente de los profesores de ciencias de educación secundaria (parte II). *Enseñanza de las Ciencias*, *20*(2), 243-260.

Mellado, V., Bermejo, M. L., Blanco, L. y Ruiz, C. (2007). The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and of teaching and learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*, 37-62.

Mercado, R. y Rockwell, E. (1988). La práctica docente y la formación de maestros. *Revista Investigación en la Escuela*, *4*, 65-78.

Meredith, J. E., Fortner, R. W., y Mullins, G. W. (1997). Model of Affective Learning for Nonformal Science Education Facilities. *Journal of Research in Science Teaching*, *34*(8), 805–818. DOI: https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199710)34:8<805::AID-TEA4>3.0.CO;2-Z

Neri, F., Neri, D., Costa, A. P., y Moreira, A. (2016). *WebQDA - Manual de Utilização Rápida*. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro.

Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-89.

Pedrinaci, E., Sequeiros, L., y García de la Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, *2*, 37–45.

Piaget, J. (1967). *The language and thought of the child*. New York: The Humanities Press.

Stanley, W. B., y Brickhouse, N. W. (2001). Teaching sciences: The multicultural question revisited. *Science Education*, *85*(1), 35–49.

Tal, T., Lavie, N., y Morag, O. (2014). Exemplary practices in field trips to natural environments. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(4), 430–461. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.21137

Tenenbaum, H. R., Rappolt-Schlichtmann, G., y Zanger, V. V. (2004). Children's learning about water in a museum and in the classroom. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*(1), 40–58. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.008

Tonucci, F. (2012). La ciencia a los tres años. *Aula de Infantil*, *68*, 11–15.

Urones, C., y Sánchez-Barbudo, M. (1997). La organización de salidas al entorno en educación infantil. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *1*(0).

CF.16 Análisis de las progresiones de las propuestas sobre la ciencia presente en la sociedad en un grupo de maestros en formación inicial

José Miguel Vílchez-González[1], José Eduardo Vílchez[2], Amparo E. Beneitez[3], José Remo Fernández-Carro[4] y Ángel Ezquerra[3]

[1]Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Granada. [2]Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla). [3]Dpto. Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. [4]Dpto. de Filosofía, Área de Sociología. Universidad Castilla-La Macha. E-mail jmvilchez@ugr.es

RESUMEN

Este trabajo describe y analiza la progresión en el aprendizaje de un conjunto de alumnos del Grado de Educación Primaria cuando diseñaron sus propuestas de enseñanza para sus futuribles alumnos. El curso de formación docente busca dotar a estos estudiantes de las herramientas necesarias para analizar la ciencia presente en la sociedad y el modo de incorporar esta perspectiva a su futura docencia. La muestra estaba formada por un total de 139 estudiantes de dos grupos, uno de la Universidad de Granada y otro de la Universidad Complutense de Madrid. Se realizó un análisis de contenido sobre los diseños creados por estos equipos al comienzo y al final del curso. Los resultados mostraron que los equipos progresaron en las categorías analizadas (tipo de propuesta, justificación y orientación).

Palabras clave: Ciencia en contexto; formación de profesorado; Educación Primaria; percepción social de la ciencia; progresión del conocimiento didáctico.

INTRODUCCIÓN

Una de las líneas de investigación que actualmente presenta un mayor crecimiento dentro de la Didáctica de las Ciencias (DCE) es el estudio de las progresiones del aprendizaje respecto al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC/PCK) (Schneider y Plasman, 2011; Talanquer, 2014). La comprensión del conocimiento inicial de los docentes y de lo que aprenden sobre la enseñanza de las ciencias es fundamental para mejorar los programas de formación docente (Crawford y Capps, 2016).

La caracterización precisa del CDC necesario para enseñar ciencias sigue siendo una temática abierta en la investigación en DCE. En cualquier caso, este conjunto de conocimientos profesionales se considera un saber diferenciado de otros y un elemento central cuando los maestros planifican y enseñan. En este sentido, es un conocimiento que permite distinguir a los docentes de otros profesionales (Nilsson, 2008; Van Driel y Berry, 2012; Nilsson y Loughran, 2012; Gess-Newsome et al., 2017)

Magnusson, Krajcik y Borko (1999) han agrupado algunos de los componentes que constituyen CDC en cinco áreas: (1) conocimiento del currículo de ciencias (que incluye los diferentes estándares nacionales de los contenidos que los niños deben aprender); (2) comprensión de las ideas y dificultades de aprendizaje; (3) conocimiento sobre las actividades y los métodos de enseñanza, (4) orientaciones, objetivos y finalidades de la enseñanza de las ciencias, y (5) evaluación del aprendizaje. En la actualidad, se da especial importancia a los conocimientos de los maestros sobre los enfoques generales de la enseñanza de las ciencias, dado su carácter general y la influencia que tienen sobre otros componentes (Friedrichsen et al., 2011).

En este sentido, es crucial que los futuros docentes sean capaces de analizar cuáles son los conocimientos de ciencia y sobre la ciencia que la ciudadanía necesita para actuar en contextos cotidianos. A esta orientación o enfoque de la enseñanza se le conoce como alfabetización científica, y constituye uno de los objetivos de la educación (Hodson, 2003; Feinstein, 2011). Obviamente, su análisis ha preocupado a multitud de instituciones, como demuestran los estudios del Eurobarómetro sobre Percepción Pública de la Ciencia (EC, 2013), las distintas oleadas de la F.E.C.Y.T. (2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018), o el informe ENCIENDE de la C.O.S.C.E. (2011), entre otros.

Sin embargo, no parece sencillo determinar cuáles son los niveles deseables de alfabetización científica (Shen, 1975 a, b; Bybee, 1997); de hecho, ni siquiera hay consenso sobre qué es deseable y cómo establecer estos niveles; véase la discusión, entre otros, de Cortassa (2016).

Por otra parte, se han podido caracterizar muy detalladamente los modelos docentes de los profesores de ciencias y se han analizado las consecuencias de estos modelos en la formación de los alumnos (Porlán y Pozo, 2002, 2006; Rodríguez y Pontes, 2017). Sin embargo, en la formación del profesorado no se suele trabajar el desarrollo de herramientas metodológicas para la indagación (Mellado, 1998; Friedrichsen et al., 2011), lo que dificulta que nuestros futuros docentes sean capaces de identificar e incorporar al aula la realidad de su alumnado; es decir, sus necesidades sobre qué ciencia aprender y cómo hacerlo (Ezquerra et al., 2014; Rivero et al., 2011).

En resumen, existe una brecha entre el modo de impartir docencia en las clases de ciencias y las necesidades formativas de la ciudadanía. Ciudadanía que ha sido convencida y, por tanto, supone, que no dispone de herramientas cognitivas para analizar y dar respuesta a las exigencias del entorno (Perrenoud, 2012; Clegg et al., 2014); aunque en realidad interactúa con la ciencia en su quehacer diario y se enfrenta habitualmente a cuestiones socio-científicas (Ezquerra y Magaña, 2017).

Contexto de investigación

En esta investigación se recogen datos sobre las progresiones de aprendizaje de algunos elementos de CDC

en una muestra de 139 estudiantes del Grado de Educación Primaria que pertenecen a dos grupos-clase de la Universidad de Granada y de la Universidad Complutense de Madrid, y que llevaron a cabo el curso de formación "Aprendiendo a buscar Ciencia". En la actualidad estamos trabajando con el conjunto de datos de todas las instituciones participantes (además de las dos mencionadas, también participan la Universidad de Castilla-La Mancha, la Universidad de Valladolid y el Centro Cardenal Spínola CEU).

Estructura del curso *Aprendiendo a buscar Ciencia. Ideas para su enseñanza*

El curso se ha estructurado en 5 sesiones, más una sesión inicial de presentación, motivación y recogida de autorizaciones (Sesión 0). Además, la Sesión 2 tiene otra complementaria 2b (sobre modelos didácticos) cuyo desarrollo puede ser necesario dependiendo de que sus contenidos se hayan trabajado previamente. En la Tabla I puede observarse la temporalización y las actividades del curso, que se realizan en grupos de trabajo de cuatro o cinco estudiantes.

En la Sesión 1 se recoge información sobre la percepción que tienen los estudiantes sobre la ciencia (Act. 1.1) y cómo aparece en la sociedad (Act. 1.2). Para hacer aflorar las ideas de los estudiantes, se les pide una primera propuesta educativa (PE1, Act. 1.3).

Tabla I. Estructura de las sesiones y cronograma

SESIÓN	ACTIVIDADES	SEMANA	INICIO	FIN
0	0.1 a 0.3	1	Día 1	Día 1
1	1.1	1-3	Día 2	Día 2
	1.2		Día 2	Semana 1
	1.3		Semana 1	Semana 3
2	2.1 a 2.4	3	Semana 3	Semana 3
2b	2b.1 a 2b.7	En cualquier momento entre las sesiones 2 y 3		
3	3.1 a 3.7	X	Sesión 3	Sesión 3 + 1 semana
4	4.1	X+1	Sesión 4	Sesión 4
	4.2		Sesión 4	Sesión + 4 semanas
5	5.1 a 5.3	X+5	Sesión 5	Sesión 5

En la Sesión 2 se revisan los cuestionarios anteriores y los datos de la FECYT sobre percepción de la ciencia (Act. 2.1 y 2.2), y se plantean dos actividades de Respuesta - Debate - Reflexión sobre la ciencia presente en la sociedad y la conveniencia de trabajarla en las escuelas (Act. 2.3 y 2.4).

La Sesión 3 es formativa. Se revisan las primeras propuestas educativas PE1 (Act. 3.1), y se consulta el currículo educativo de la etapa correspondiente (Act. 3.2) para valorar la potencialidad del currículo y sus limitaciones. Posteriormente los estudiantes realizan actividades autónomas de profundización (Act. 3.3 a 3.7).

En la Sesión 4 los estudiantes se familiarizan con herramientas de observación y análisis (Act. 4.1) y abordan una nueva propuesta educativa (PE2) donde han de incorporar lo aprendido en las sesiones anteriores (Act. 4.2).

Después de 4 semanas de trabajo, se desarrolla la Sesión 5 para recoger información sobre la evolución de los

estudiantes. Se repite la toma de datos mediante el cuestionario (Act. 5.1), las actividades reflexivas RDR (Act. 5.2 y 5.3) y la propuesta educativa final (PE2).

METODOLOGÍA

Para el análisis de las propuestas se ha diseñado un sistema de categorías, basado en el trabajo de Ezquerra, Burgos, Manso y Mafokozi (2019), y se ha aplicado a las Propuestas Educativas 1 y 2. Estos resultados nos han permitido llevar a cabo un estudio comparativo entre ambos instantes y observar, por tanto, la progresión en algunos aspectos del conocimiento didáctico de nuestros alumnos. En esta comunicación solo se presentan algunos resultados para las siguientes categorías.

- Tipo de propuesta: (1) Disciplinar: solo se tienen en cuenta contenidos académicos y se presentan con la lógica de la disciplina; (2) Contextualizada: Se parte de contenidos académicos, pero se presentan en un contexto social/cotidiano/cercano; (3) Transversal: Se parte de una problemática sociocientífica y se analiza de modo transversal.

- Justificación que hacen de la misma: (1) No justifica; (2) Impuesta por los estudiantes: no argumentan la razón nada más allá de que a ellos les parece interesante o importante; (3) Curricular: argumentan que el ítem elegido está en el curriculo; (4) Bibliográfica: indican que el tema elegido está en la bibliografía especializada, p.e., es una controversia sociocientífica que aparece en la bibliografía didáctica; (5) Mediática: plantean que el tópico está en los medios de comunicación, redes, etc.; (6) Prospectiva: el tema elegido surge de una prospección de la ciencia que interesa a la sociedad (p.e. de encuestas FECYT, CIS...) o los estudiantes se plantean hacer una encuesta; (7) Predictiva: consideran que la temática surgirá en sus futuros alumnos.

- Orientación, o, dicho de otro modo, objetivos formativos perseguidos: (1) Formar sobre algún contenido concreto; (2) Formar a sus alumnos para que sepan argumentar o contra-argumentar sobre algún contenido habitual en medios de comunicación, redes sociales, etc.; (3) Enseñar a los alumnos a analizar la percepción social de la ciencia.

RESULTADOS

La Tabla II muestra los valores que toman las categorías descritas, para cada grupo de alumnos (UGR: Universidad de Granada; UCM: Universidad Complutense de Madrid) y para las propuestas educativas inicial (PE1) y final (PE2).

Tabla II. Tipos de propuestas, justificación y orientación

	PE1			PE2		
GRUPO	TIPO	JUSTIFICACIÓN	ORIENTACIÓN	TIPO	JUSTIFICACIÓN	ORIENTACIÓN
UGR-C-G1	2	2	1	2	5	1
UGR-C-G2	1	1	1	1	23	1
UGR-C-G3	1	2	1	1	23	1
UGR-C-G4	1	1	1	2	34	1
UGR-C-G5	1	23	1	1	34	1

	PE1			PE2		
GRUPO	TIPO	JUSTIFICA-CIÓN	ORIENTACIÓN	TIPO	JUSTIFICA-CIÓN	ORIENTACIÓN
UGR-C-G6	1	2	1	2	35	1
UGR-C-G7	1	25	1	3	23	1
UGR-C-G8	2	2	1	2	4	2
UGR-C-G9	1	2	1	1	356	1
UGR-C-G10	1	2	1	1	5	1
UGR-C-G11	2	2	1	3	35	1
UGR-C-G12	1	2	1	1	2	1
UGR-C-G13	2	2	1	2	4	2
UGR-C-G14	1	2	1	1	5	1
UCM-M2-G1	2	1	1	3	3	3
UCM-M2-G2	2	1	1	2	1	2
UCM-M2-G3	2	1	1	3	1	2
UCM-M2-G4	2	1	1	2	1	3
UCM-M2-G5	1	1	1	3	6	3
UCM-M2-G6	1	2	1	2	1	1
UCM-M2-G7	3	2	1	1	2	1
UCM-M2-G8	1	1	1	2	3	23
UCM-M2-G9	2	2	1	3	2	2
UCM-M2-G10	1	1	1	2	2	1
UCM-M2-G11	1	1	1	1	2	1
UCM-M2-G12	3	1	1	1	1	1
UCM-M2-G13	1	1	1	3	36	3
UCM-M2-G14	3	3	1	3	1	3

En relación con el tipo de propuesta, se observa cómo antes de la intervención predominan las disciplinares (N = 16), seguidas de las contextualizadas (N = 9) y, por último, las transversales (N = 3). Tras la intervención, disminuye el número de disciplinares (N = 10), aumentando el de contextualizadas (N = 10) y el de transversales (N = 8). Se aprecia, pues, una mejor tipología de propuestas tras la participación en la intervención, y mayor conexión con la vida cotidiana. Se pasa, pues, de argumentos disciplinares del tipo "desarrolla las capacidades del

estudiantes en las competencias del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente", a aquellos más contextualizados, como "adquirir habilidades que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito familiar y doméstico" (UGR-C-G4).

En cuanto al modo de justificar las propuestas, antes de la intervención predominan los grupos que no las justifican (N = 12) y los que lo hacen en base a la importancia que ellos mismos dan a los contenidos tratados (N = 13); solo hay un caso de justificación curricular, otro en el que se mezclan motivos de importancia de contenidos y curriculares, y también uno en el que se argumenta en base a razones de importancia de contenidos y mediáticas. Tras la intervención el panorama es muy distinto: disminuye el número de propuestas no justificadas (N = 6) y el de impuestas (N = 5), y aumentan levemente los motivos curriculares (N = 2), los bibliográficos (N = 2), los que se basan en medios de comunicación (N = 3) y en prospectivas (N = 1). También aumentan los casos en los que se esgrime más de una razón para justificar las propuestas (N = 9), llegándose a utilizar tres en una de ellas (p. ej., UGR-C-G9 justificaba su PE1 "porque consideramos que está relacionado con la vida cotidiana de los alumnos y les puede ser de gran utilidad a la hora de afrontar diversas situaciones reales del día a día", mientras que en la PE2 utilizaron diversas fuentes para una justificación en la que se trataron cuestiones tecnológicas, de salud y curriculares). Estos resultados parecen indicar que la participación en la intervención ha proporcionado herramientas para justificar el diseño de propuestas educativas, elemento destacado de la competencia profesional docente.

Por último, en relación con la orientación que se da a las propuestas, en la inicial fue claramente disciplinar (N = 28), y tras participar en la intervención se observa una evolución hacia orientaciones distintas. Aunque siguen abundando las de corte disciplinar (N = 17), aparecen algunas más centradas en la capacidad de argumentar (N = 5) y analizar (N = 5), e incluso en un caso se utilizan estas dos orientaciones en la misma propuesta. También se observa, pues, una mejora en la orientación de las propuestas diseñadas por los estudiantes tras su participación en el curso.

CONCLUSIONES

En general, cuando se programa un curso de ciencias, o cuando se diseñan las unidades didácticas que lo componen, se suele partir de la disciplina o del currículo. De hecho, el propio currículo suele mostrar una estructura disciplinar de los contenidos. Esto ofrece seguridad al docente, pero también lo acostumbra, condiciona y limita en la elección de otros contenidos. Así, cuando el profesor debe afrontar un tema alejado de la disciplina o del currículo, como el propuesto aquí, suele reincidir en los modos y procedimientos habituales.

En nuestro caso, al solicitar como temática de las propuestas educativas "la ciencia presente en la sociedad" y/o "la alfabetización ciudadana" como contenido en sí mismo, hemos encontrado que los maestros de ciencias en formación han actuado del siguiente modo en sus primeros diseños:

- Las temáticas elegidas son principalmente disciplinares.
- La propuesta es impuesta o se justifica su inclusión por estar en el currículo.
- Las propuestas están orientadas a formar a sus futuros alumnos sobre algún contenido disciplinar concreto.

Tras participar en un curso diseñado para que los docentes de ciencias en formación identifiquen contextos científicos en la sociedad con el fin de utilizarlos en los diseños de actividades de aula se observa una mejoría tanto en el tipo de propuestas como en su justificación y orientación. A falta de comprobar estadísticamente si esta progresión del aprendizaje se puede atribuir a su participación en el curso, los primeros resultados son alentadores y parecen indicar un desarrollo adecuado de competencias docentes para el díselo de actividades.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Proyecto IDENTIFICACION DE CONTEXTOS CIENTIFICOS EN LA SOCIEDAD. HERRAMIENTAS PARA DOCENTES Y CIUDADANOS (RTI2018-094303-A-I00) del Ministerio de Economía y Competitividad, correspondiente al Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2019-21.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bybee, R. (1997). *Towards an Understanding of Scientific Literacy* (W. Graeber y C. Bolte, Eds.). IPN.

Clegg, T., Kolodner, J., Cohen, W. M., y Levinthal, D. A. (2014). Scientizing and Cooking: Helping Middle-School Learners Develop Scientific Dispositions. *Science Education*, *98*(1), 36–63.

Cortassa, C. (2016). In science communication, why does the idea of a public deficit always return? The eternal recurrence of the public deficit. *Public Understanding of Science*, *25*(4), 447–459. https://doi.org/10.1177/0963662516629745

C.O.S.C.E. (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas de España*. Rubes Ed.

Crawford, B., y Capps, D. (2016). What knowledge do teachers need for engaging children in science practices? En J. Dori, Z. Mevarech, y D. Baker (Eds.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (pp. 19–44). Springer.

EC, E. C. (2013). EUROBAROMETER: "Responsibly Research and Innovation (RRI. *Science & Technology"*, *Special Eurobarometer*, *401*.

Ezquerra, A., y Magaña, M. (2017). Identificación de contextos tecnocientíficos en el entorno del ciudadano: Estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, *Extra*, 0645–650.

Ezquerra, A., Rodríguez, F., y Hamed, S. (2014). Evolution of Knowledge of Future Primary Teachers: An Education Proposal using Inquiry-Based Science. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *116*, 1309–1313.

Ezquerra A., Burgos M.E., Manso J., Mafokozi, J. (2019). Análisis del tratamiento de contenidos en la creación de audiovisuales educativos (parte II): las progresiones detectadas. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16 (2), 2601-2601.

F.E.C.Y.T. (2002). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana

Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, *95*(1), 168–185.

Friedrichsen, P. J., Van Driel, J. H., y Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, *95*(2), 358–76.

Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A., Wilson, C., y Stuhlsatz, M. A. M. (2017). Conocimiento pedagógico del contenido docente, práctica y rendimiento del alumno. *Revista Internacional de Ciencias de la Educación*. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1265158

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 645–670.

Magnusson, S., Krajcik, J. S., y Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical*

content knowledge: The construct and its implications for science education (pp. 95–132). Kluwer Academic Publishers.

Mellado, V. (1998). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. En E. B. J. Fraser y K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 1093–1105). Kluwer Academic Publishers.

Nilsson, P. (2008). Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre□service education. *International Journal of Science Education*, *30*(10), 1281-1299. https://doi.org/10.1080/09500690802186993

Nilsson, P., y Loughran, J. (2012). Explorando el desarrollo del conocimiento del contenido pedagógico de los maestros de primaria de pre-servicio. *Journal of Science Teacher Education*, *23*(7), 699–721.

Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* (M. Polanyi, Ed.). Graó.

Porlán, R., y Pozo, R. (2002). Spanish Teachers' Epistemological and Scientific Conceptions: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, *25*(2-3), 151–169.

Porlán, R., y Pozo, R. (2006). ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de la ciencia? *Alambique*, *48*, 92–99.

Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Pozo, R. M., y Harres, J. (2011). The progression of prospective primary teachers' conceptions of the methodology of teaching. *Research in Science Education*, *41*(5), 739–769.

Rodríguez, R., y Pontes, A. (2017). Diferencias entre expectativas y logros en la formación inicial del profesorado de Secundaria. *Rev. Complut. Educ*, *28*(3), 791–807.

Schneider, R. M., y Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions: A review of science teachers' pedagogical content knowledge development. *Review of Educational Research*, *81*(4), 530–565.

Shen, B. S. P. (1975a). Science literacy and the public understanding of science. En *Communication of scientific information* (pp. 44–52). Karger Publishers.

Shen, B. S. P. (1975b). Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, *63*(3), 265–68.

Talanquer, V. (2014). Conocimiento didáctico del contenido y progresiones de aprendizaje. [Pedagogical content knowledge and learning progressions]. En A. Garritz, G. Lorenzo, y S. Daza-Rosales (Eds.), *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana [Pedagogical content knowledge. An Ibero-American perspective]*. Editorial Académica Española.

Van Driel, J. H., y Berry, A. (2012). Desarrollo profesional docente centrado en el conocimiento del contenido pedagógico. *Investigador educativo*, *41*(1), 26–38.

CF.17 Argumentación de maestros en formación inicial en un dilema socio-científico sobre ahorro energético

Antonio Francisco Pulido-Bravo, José M. Hierrezuelo-Osorio, Vito-Battista Brero-Peinado y Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. Email: jose.hierrezuelo@uma.es.

RESUMEN

Este trabajo presenta un estudio preliminar de la capacidad argumentativa de 104 maestros de infantil y primaria en formación inicial en un dilema socio-científico sobre ahorro energético basado en la implantación de una luna artificial para iluminar una ciudad. La actividad, que solo incluía el titular de la noticia, planteaba emitir argumentos a favor y en contra, y se administró antes y después de un programa formativo sobre pensamiento crítico. Los argumentos se agruparon en cuatro dimensiones según su impacto (socioeconómico, tecnológico, ahorro energético o ambiental). Se observó que los argumentos dados sobre impacto ambiental por maestros de infantil y primaria eran similares, dando más importancia a los efectos negativos. En este caso, la instrucción planteada no produjo cambios en los argumentos mostrados, poniendo de manifiesto una sensibilización ante consecuencias ambientales.

Palabras clave: argumentación; formación inicial de maestros; energía

INTRODUCCIÓN

Actualmente vivimos en una sociedad en la que la especie humana provoca ciertos riesgos que ponen en peligro su propia supervivencia y la de los seres vivos en general. La acción humana puede tener un gran impacto ambiental, por lo que es muy urgente frenar ciertas actuaciones insostenibles que se dan en la actualidad, así como reflexionar sobre la responsabilidad del ser humano sobre nuestro planeta (España y Prieto, 2009).

Hoy día, la conservación de la energía supone un aspecto muy importante para la mejora del medio ambiente, y aquello que se pretende lograr es la sostenibilidad, es decir, el uso de los recursos que se dispone, pero permitiendo a las generaciones futuras que también puedan seguir utilizándolos (Tonello y Valladares, 2015). Sin embargo, la sostenibilidad no es una realidad en la actualidad, ya que el consumo de energía de algunos países industrializados es 17 veces mayor del necesario para la vida. Este dato resalta que, a pesar de que la energía siempre ha supuesto una necesidad básica en nuestras vidas, la aparición de nuevas fuentes de energía ha ido también mejorando su nivel de bienestar en todos los ámbitos, pero al mismo tiempo incrementando su consumo. Además, es evidente que la explotación de carbón, petróleo y gas natural ha sido la base de la era moderna, estando vinculados todos los avances producidos al aumento de la energía por la quema de estos combustibles fósiles.

Debido a que esto puede producir graves problemas medioambientes, sería recomendable comenzar a tomar algunas medidas para minimizar su impacto. Una de ellas es el consumo de energías renovables a gran escala, ya que son inagotables y permiten que se promueva el desarrollo socioeconómico, a la vez que se implementa un modelo energético sostenible y que respeta el medio ambiente, algo realmente fundamental si tenemos en cuenta que hoy día el mayor porcentaje de energía se dedica al transporte, comercio e industria (Gómez, 2006). De hecho, siguiendo con esta idea, uno de los principales problemas que podemos encontrar en nuestra sociedad es que el desarrollo económico ejerce de manera directa un impacto negativo sobre el ahorro energético. Como consecuencia, aparece un dilema para grandes países en los que, aunque un buen desarrollo económico es fundamental, también desean implementar un buen uso de la energía para disminuir la emisión de gases a la atmósfera, ya que esto reduciría el impacto medioambiental que supone el uso sin límites de la energía (Lin y Liu, 2012).

Está claro que simplemente el uso de energías renovables no servirá para eliminar por completo los posibles efectos negativos de un uso excesivo de la energía, y que resulta necesario tomar también otro tipo de medidas. Entre ellas destacan mejorar la eficiencia energética en la sociedad (Gómez, 2006) y realizar programas de sensibilización ambiental (Ojeda, Gutiérrez y Perales, 2011). Sin duda, esta sensibilización medioambiental, o más concretamente, la educación ambiental, debe comenzar desde la escuela ya que es necesaria esa toma de conciencia sobre la realidad del mundo que nos rodea así como la relación con nosotros/as mismos/as y con la naturaleza, sin olvidar los problemas que derivan de estas relaciones, por lo que se pretende que los maestros y maestras hagan suyas estas ideas y sean capaces de transmitirlas a sus estudiantes.

Cabe destacar, que esta educación ambiental se ajusta claramente a todos y cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), pues no son más que los problemas que han surgido de nuestras relaciones y del uso que estamos haciendo de la naturaleza, y que debemos solucionar si queremos un futuro sostenible. Una forma de conseguirlo es potenciándolo desde la formación inicial del profesorado, presentándoles tareas que permitan debatir y discutir en el aula sobre estos temas. Se hace, por tanto, necesario un esfuerzo para incluir la educación para la sostenibilidad como un aspecto clave en conseguir una formación completa de los futuros ciudadanos (Novo, 2006), tratándola como una competencia incuestionable en la formación inicial del profesorado de los diferentes niveles de educación (Vilches y Gil, 2007, 2012).

En este sentido, desde la enseñanza de las ciencias, la práctica científica de la argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010) permite abordar la educación ambiental en el aula. De hecho, el tratamiento de estas ideas abordadas desde la argumentación va a permitir a los maestros/as desarrollar la capacidad para evaluar enuncia-

dos en base a pruebas (Jiménez-Aleixandre, 2010) a la vez que se fomenta su desarrollo como ciudadanos/as involucrados en la sociedad. Desde el punto de vista competencial, se desarrollan el aprender a aprender, el pensamiento crítico y la cultura científica, aspectos importantes en la educación en general y en la educación científica en particular.

METODOLOGÍA

Contexto del estudio

Este estudio se realizó con una muestra de 104 maestros/as en formación inicial pertenecientes a los Grados en Educación Primaria (en adelante MP, N= 52) y Educación Infantil (MI, N= 52) de la Universidad de Málaga (Málaga, España), que cursaban asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el tercer curso. Todos los participantes se encontraban en el rango de edades entre 20 y 46 años, siendo el 86,4% de los MP mujeres y el 13,6% hombres. Casi la totalidad de los MI eran mujeres (98,1%) y sólo el 1,9% hombres.

Descripción del programa formativo

La actividad que se presenta se enmarca en un programa formativo que consta de cinco fases (Figura 1).

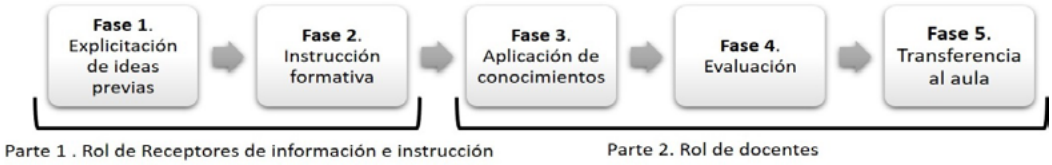


Figura 1. Esquema del programa formativo sobre pensamiento crítico

El programa presenta un enfoque didáctico que plantea como objetivos principales, el desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones mediante diferentes estrategias que permiten desarrollar la capacidad de argumentación de los maestros/as en formación inicial. Para ello, se presenta un conjunto de actividades centradas principalmente en aspectos relacionados con la energía. Entre las estrategias didácticas que se utilizan destacan varios dilemas de carácter socio-científico y un juego de rol. Los dilemas plantean el ahorro energético que tendría lugar mediante la implantación de una luna artificial en una ciudad, o los beneficios y perjuicios relacionados con el aporte energético del consumo de azúcar. En el caso del juego de rol, la temática versa sobre el consumo de plásticos (Juárez, Hierrezuelo, Cebrián y Franco-Mariscal, 2019).

En la implementación de este programa en el aula, el alumnado adquiere dos roles diferenciados. Por una parte, el rol de receptor de información e instrucción, al que pertenece la actividad aquí presentada, y por otra parte, el rol de docente donde tiene la posibilidad de diseñar y poner en práctica diferentes actividades.

Descripción de la actividad

Los maestros en formación inicial respondieron on-line la actividad propuesta (Figura 2). En su enunciado únicamente se les proporcionó un titular de prensa real relacionado con una noticia de actualidad sobre la posible construcción e implantación de una luna artificial en una ciudad de China. Los maestros en formación debían aportar tres argumentos a favor de esta noticia y tres en contra, justificando en ambos casos sus respuestas. Para su resolución, no dispusieron de información alguna más allá del titular mostrado, y no se les permitió realizar búsquedas en Internet sobre el tema, ya que se trataba de conocer cuáles eran sus ideas iniciales al respecto.

Figura 2. Actividad propuesta a los/as maestros/as en formación inicial

Esta actividad se planteó en dos momentos del programa, en las fases 1 y 4 (Figura 1), a modo de pre-test y post-test, respectivamente, con idea de comprobar el impacto del programa en el desarrollo de las capacidades de argumentación de los maestros/as.

Análisis de los resultados

Las respuestas aportadas, para los argumentos a favor (AF) y en contra (EC), fueron clasificadas en diferentes categorías que surgieron durante su análisis tras un consenso de los investigadores.

Para los argumentos a favor se establecieron 12 categorías: (AF1) ahorro económico, (AF2) ahorro de consumo energético, (AF3) mantenimiento de la red eléctrica, (AF4) uso de energía renovable, (AF5) aumento de seguridad, (AF6) abastecimiento de luz, (AF7) eliminación de la contaminación, (AF8) mejora en seguridad vial, (AF9) crecimiento tecnológico y científico, (AF10) aumento del turismo, (AF11) favorecer el comercio y la vida diaria/nocturna y (AF12) mejora en infraestructuras. Se encontraron seis tipos de argumentos en contra, que se clasificaron como: (EC1) alto coste económico e innecesario, (EC2) efectos dañinos sobre personas, animales y plantas, (EC3) contaminación lumínica, (EC4) mundo artificial, (EC5) aumento de inseguridad y (EC6) gasto elevado de energía y recursos. Con objeto de darle una visión global a todas estas categorías, independientemente de que fueran a favor o en contra, se pudieron englobar en cuatro dimensiones atendiendo al impacto producido: (D1) socioeconómico, (D2) tecnológico, (D3) sobre ahorro energético e (D4) ambiental, reconocidas en la literatura como aspectos fundamentales para la comprensión del problema de la energía (United Nations, 1992; Martín y Prieto, 2011). La Tabla 1 relaciona las diferentes categorías de argumentos a favor y en contra con las dimensiones establecidas. Esta comunicación se centra únicamente en la dimensión impacto ambiental (D4).

Tabla 1. Relación entre dimensiones y categorías de argumentos a favor (AF) y en contra (EC)

DIMENSIONES	CATEGORÍAS AF	CATEGORÍAS EC
(D1) Impacto socioeconómico	AF1, AF5, AF8, AF10, AF11	EC1, EC5
(D2) Impacto tecnológico	AF3, AF6, AF9, AF12	EC4
(D3) Impacto sobre ahorro energético	AF2, AF3	EC6
(D4) Impacto ambiental	AF4, AF7	EC2, EC3

RESULTADOS

La Figura 3 presenta los porcentajes de cada una de las dimensiones obtenidos del análisis de los argumentos dados por los MPs y MIs en el pre-test y el post-test. Como se observa, la dimensión impacto ambiental (representada en color violeta en la Figura 3) no se indica de igual forma en todos los casos. Así, cuando el impacto ambiental se plantea como un argumento a favor del problema, tanto en pre-test como post-test de MP y MI, se encuentra en un porcentaje inferior al 7,4%, situándose como cuarta dimensión en frecuencia de aparición. Sin embargo, cuando se argumenta en contra del titular, aparece como dimensión mayoritaria con un rango de porcentajes entre el 39,0 y 60,0% según el momento y perfil de los maestros. En este caso, los MPs la utilizaron en ambos momentos con porcentajes que superaban el 50,0%, mientras que este porcentaje solo se superó para los MIs en el post-test. Estos datos globales parecen sugerir en el caso planteado, que la implantación de una luna artificial produciría mayoritariamente efectos negativos en el medioambiente.

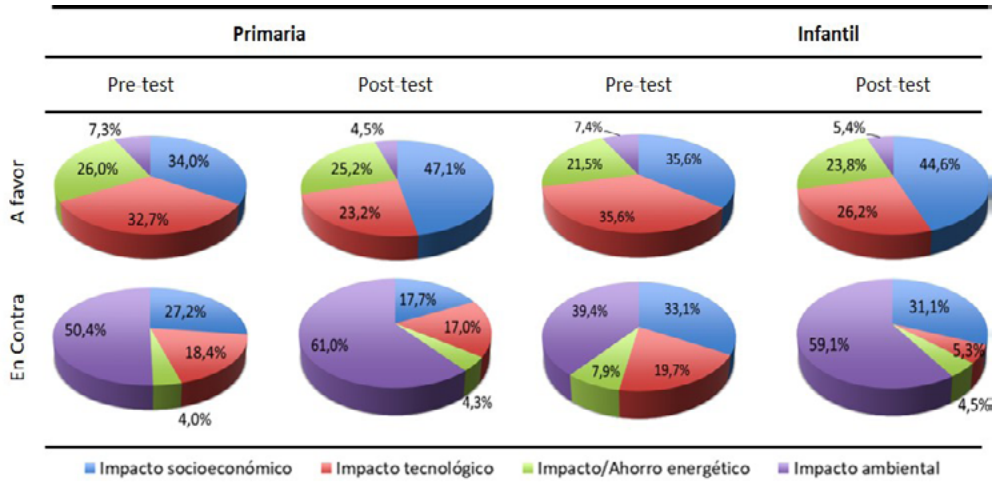


Figura 3. Porcentajes de las dimensiones encontradas para argumentos a favor y en contra en los dos momentos de intervención (pre-test y post-test)

Centrándonos ahora sólo en la dimensión impacto ambiental (D4) y desglosando en la Figura 4 estos porcentajes en los distintos argumentos incluidos en dicha dimensión (Tabla 1), encontramos en las dos situaciones analizadas (pre- y post-test) un comportamiento similar de los MPs y MIs en cuanto a la argumentación ofrecida tanto a favor como en contra del dilema planteado.

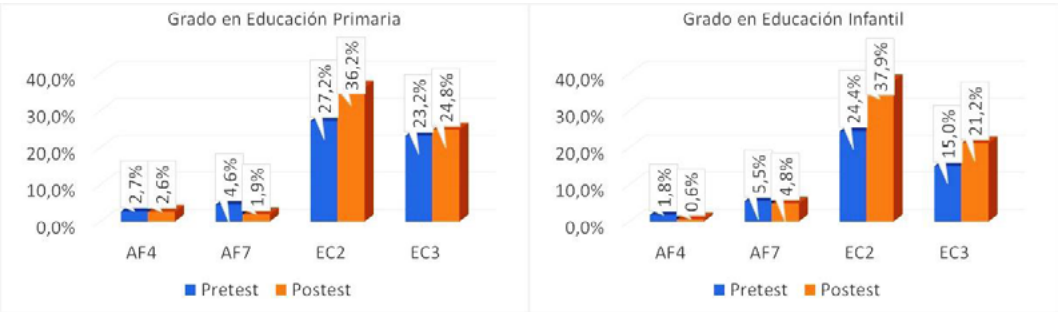


Figura 4. Porcentajes de argumentos a favor (AF) y en contra (EC) en la dimensión impacto ambiental para MPs y MIs en pre-test y post-test

De los dos argumentos a favor planteados, el mayoritario en ambos grados, que en ningún momento superó el 5,5%, fue la eliminación de la contaminación (AF7). Un aspecto a resaltar es que mientras que para los MPs se refleja una disminución importante entre pre-test y post-test, para los MIs, los valores se mantuvieron prácticamente constantes en ambos momentos de intervención. Algunos ejemplos de argumentos dados para esta categoría fueron: "La implantación de la Luna disminuiría la contaminación lumínica que tantos años lleva sufriendo China, es decir, todas esas calles llenas de carteles publicitarios, rótulos luminosos y farolas, serían sustituidas por una luna artificial que iluminaría a toda China" (MP46, post-test), o "el consumo energético disminuye, no contaminando tanto, esto se debe a que no deben producir energía las centrales para poder iluminar las calles" (MI33, post-test).

La segunda categoría relativa a argumentos a favor (Uso de las energías renovables, AF4), puede considerarse residual, con porcentajes inferiores al 2,7%, que se mantienen prácticamente constantes para MPs y MIs en pre-test y post-test. Los maestros en formación inicial expresaron este argumento de las siguientes formas: "La implantación de esta luna artificial sería un aspecto positivo porque dejando de usar millones de farolas el calentamiento global se vería disminuido en gran parte" (MP15, pre-test) o "...una gran cantidad de electricidad es generada por centrales eléctricas de carbón, el plan ciertamente ofrece una alternativa neutra en carbono. Es una idea relativa a la energía solar que no se había considerado antes" (MP52, post-test).

Por otro lado, si se analiza el argumento en contra mayoritario (Efectos dañinos sobre humanos, animales y plantas, EC2), que oscila entre el 24% y 38%, se observa una tendencia similar en ambos grados, con un aumento notable en torno a un 10% entre pre-test y post-test. Los participantes argumentaron esta postura de esta manera: "...supondría un cambio brusco en la luminosidad nocturna, lo que puede afectar a la supervivencia de una gran variedad de especies animales y vegetales que pueden llegar a extinguirse si no son capaces de adaptarse.... Las personas se verían expuestas a una situación similar. Su forma de vida se vería modificada repentinamente, dando lugar a graves problemas, como la aparición de trastornos del sueño. Los ciudadanos correrían el riesgo de sufrir una alteración en su salud mental. Además, el día y la noche podrían confundirse, alterándose los horarios laborales y la rutina y ritmo de vida de las personas" (MP30, pre-test), o "…puede causar efectos nocivos para la fauna y la flora, ya que puede que su organismo no esté adaptado a una luz siempre permanente" (MI14, post-test).

Con respecto a la categoría Contaminación lumínica (EC3), entre el 15% y 24,8%, las aportaciones fueron menos frecuentes, pero significativas en comparación con los argumentos a favor. Algunos ejemplos de los argumentos emitidos fueron: "La luna artificial además de emitir luz, emitiría calor, lo que puede perjudicar, no solo a la fauna y flora, sino al calentamiento global al favorecer el efecto invernadero" (MP30, pre-test) o "Aumenta la contaminación al solicitar más energía eléctrica, ya que al tener que producir las centrales un aporte mayor de luz, aumenta la producción de gases contaminantes" (MI45, pre-test).

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de este estudio han revelado distintas ideas puestas de manifiesto por maestros/as en formación inicial de primaria e infantil en torno a un dilema de carácter socio-científico cuando se les pide argumentar, antes y después de participar en un programa formativo centrado en el desarrollo del pensamiento crítico y toma de decisiones, sobre la implantación de una luna artificial en una ciudad. Estos argumentos se pueden englobar en cuatro grandes dimensiones relacionadas con distintos tipos de impacto: socioeconómico, tecnológico, ahorro energético o ambiental. En el caso del impacto ambiental, un aspecto a destacar del estudio es que la naturaleza de los argumentos dados por MPs y MIs es muy similar, centrándose mayoritariamente para esta situación en los efectos negativos que se producirían en el medio ambiente. Otro resultado relevante es que la instrucción realizada para mejorar su pensamiento crítico mediante la argumentación no produjo cambios en esta actividad después de realizar el programa, lo que es indicativo que los maestros/as que habían

participado en este estudio, estaban sensibilizados previamente con las consecuencias ambientales de ciertas medidas que podrían implantarse en la sociedad.

Como continuidad de este trabajo, se desea comprobar si los argumentos dados por los maestros/as pudieran cambiar cuando se les ofrece información sobre el tema, avalada en pruebas y justificaciones científicas tanto a favor como en contra del dilema planteado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia EDU2017-82197-P, financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017, y del Proyecto de Innovación Educativa PIE19-139 "Educación STEAM en la formación de estudiantes universitarios" financiado por la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

España, E. y Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *6*(3), 345-354.

Gómez, P. (2006). Energías renovables: la necesidad de un cambio energético. *Sumuntán*, *23*, 9-18.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Juárez-González, P., Hierrezuelo-Osorio, J. M., Cebrián-Robles, D. y Franco-Mariscal, A. J. (2019). El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias. La visión de maestros en formación inicial. *Aula de Innovación Educativa*, *287*, 15-20.

Lin, B. y Liu, X. (2012). Dilemma between economic development and energy conservation: Energy rebound effect in China. *Energy*, *45*(1), 867-873.

Martín, C. y Prieto, T. (2011). El potencial educativo del problema energético en la sociedad actual. En J. J. Maquilón, A. B. Mirete, A. Escarbajal y A. M. Giménez (Coords.), *Cambios Educativos y Formativos para el Desarrollo Humano y Sostenible* (pp. 29-37). Murcia: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Capítulo 3. Madrid: UNESCO-Pearson.

Ojeda, F., Gutiérrez, J. y Perales, F. J. (2011). Diseño, fundamentación y validación de un programa virtual colaborativo en educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias, Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, *29*(1), 127-146.

Tonello, G. y Valladares, N. (2015). Conciencia ambiental y conducta sustentable relacionada con el uso de energía para iluminación. *Gestión y ambiente*, *18*(1), 45-59.

United Nations (1992). Agenda 21: Programme for Action for Sustainable Development. *United Nations Conference on Environment & Development*. Rio de Janerio: United Nations.

Vilches, A. y Gil, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, *22*, 67-85.

Vilches, A. y Gil, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, *16(2)*, 25-43.

CF.18 Percepción del profesorado de infantil en formación inicial sobre la lactancia materna antes y después de usar CoAnnotation

Miriam Palma-Jiménez y Daniel Cebrián-Robles

Departamento de Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. E-mail: miriampalma@uma.es

RESUMEN

La elección entre lactancia con leche materna o de fórmula es una controversia que afecta a la ciudadanía por diferentes argumentos que se posicionan a favor o en contra de esta. Por controversias como estas consideramos importante una educación relativa a la salud para la ciudadanía. En este trabajo se presenta una actividad con 23 profesoras de infantil en formación inicial para iniciarse en un programa formativo de argumentación en el que se tiene que identificar los elementos esenciales de los argumentos que aparecen en un vídeo sobre la controversia. Se ha utilizado el recurso didáctico CoAnnotation para analizar un vídeo a través de anotaciones. Se utiliza un cuestionario antes y después de esta actividad para recopilar datos y analizar las justificaciones del alumnado sobre su posición en esta controversia mediante un sistema de categorización. La justificación más utilizada fue la relacionada con la composición nutricional en la leche materna.

Palabras clave: lactancia materna; argumentación científica; CoAnnotation; Profesorado de infantil en formación inicial.

INTRODUCCIÓN

La argumentación científica es uno de los pilares fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Jiménez-Aleixandre, 2010). Por lo tanto, es muy importante que el profesorado de infantil en formación inicial (PIFI) desarrolle la competencia de argumentación científica dentro de su formación como futuros docentes, ya que la argumentación es fundamental en la enseñanza de las ciencias (Driver, Newton, y Osborne, 2000).

Para el aprendizaje de la ciencia y el desarrollo de la argumentación se pueden emplear las controversias sociales, que pueden ser abordadas no solo por la ciencia sino también por la ciudadanía, y utilizar para ello el conocimiento científico, de ahí que se le conozca como socio-científico (Puig y Evagorou, 2020). Las controversias socio-científicas han sido utilizadas por varios autores para la mejora de la capacidad de argumentación científica en profesorado en formación inicial (España-Ramos, Rueda-Serón y Blanco-López, 2013). De manera que, la controversia de elección entre lactancia con leche materna o leche de fórmula resulta interesante para practicar la argumentación científica en el aula con PIFI, debido a la importancia de la adquisición de conocimientos sobre educación para la salud para futuros maestros de educación infantil y de primaria (Illescas-Navarro, Morón-Monge y Muñoz-Franco, 2019).

CoAnnotation[1] es una plataforma informática que permite realizar anotaciones sobre videos, así como subrayado y etiquetado de fragmentos de los videos. Por lo que, permite conocer qué partes del video han llamado más la atención del alumnado. Además, CoAnnotation ha sido utilizado por Cebrián-Robles, Pérez-Galán y Quero-Tórres (2019) para analizar la adquisición de la competencia científica en PIFI.

En este trabajo se analizó la percepción del PIFI sobre la controversia socio-científica de la lactancia con leche materna o leche de fórmula, antes y después de haber realizado una actividad con CoAnnotation en la que se trataba dicha controversia.

MÉTODO

En este trabajo participaron 23 PIFI en la asignatura de Salud, Higiene y Alimentación Infantil de segundo curso en la Universidad de Málaga durante el curso académico 2018/2019.

1. Actividad con CoAnnotation.

Se llevó a cabo una actividad en el aula con la plataforma CoAnnotation (https://coannotation.com/) en la que se proyectó un video de Llorca (2018) en el que se trataba la controversia de la elección entre lactancia con leche materna o leche de fórmula, y aparecían argumentos tanto a favor de la leche materna y a favor de la leche de fórmula. En la figura 1 aparece una captura de pantalla de la actividad realizada con CoAnnotation.

1 La página web de CoAnnotation en: https://coannotation.com

Figura 1. Frecuencia de anotaciones sobre el vídeo con CoAnnotation.

En la figura 1 se puede ver el vídeo con una estadística indicando la frecuencia de anotaciones a lo largo del vídeo. Esto permite al docente una rápida evaluación de donde se concentran los puntos de interés del vídeo o, como en este caso, las respuestas a una actividad.

La actividad consistía en visualizar el video desde el minuto 1:30 hasta el minuto 5:50. Se indicó este fragmento de vídeo porque era la parte que trataba la controversia. Luego, el PIFI debía identificar fragmentos donde se recogieran: pruebas, justificaciones y conclusiones de los diferentes argumentos que se presentaban.

Para ello, el PIFI recibió las siguientes instrucciones para el manejo de la plataforma:

1. Utiliza la tecla "i" para comenzar a subrayar y la tecla "o" para terminar de seleccionar el fragmento.
2. Se abre una ventana en la que podemos comenzar a redactar cuál es la prueba, justificación o conclusión con tus palabras.
3. A continuación, indicamos en el apartado "tags" a qué elemento del argumento nos estamos refiriendo (prueba, justificación o conclusión).
4. Para terminar, pulsa el botón "Save" para guardarlo.

En la figura 2 podemos visualizar un ejemplo de respuesta que dió una alumna en la plataforma CoAnnotation.

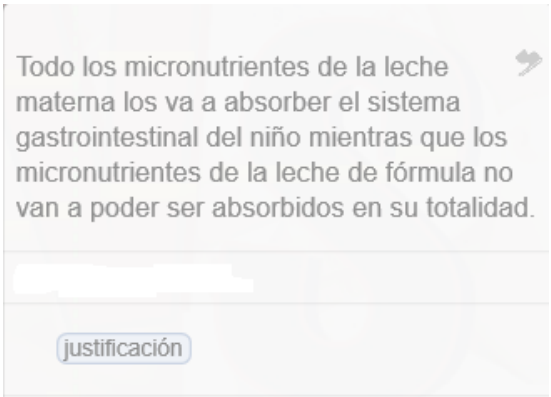


Figura 2. Ejemplo de respuesta de la estudiante 066W.

La figura 2 corresponde con un ejemplo del texto de una anotación identificada por una alumna con respecto a un fragmento del vídeo que se corresponde con una justificación de un argumento a favor de la lactancia materna.

2. Recogida y análisis de datos.

Para analizar la percepción de los/as PIFI sobre la elección entre lactancia con leche materna o leche de fórmula, se realizó un cuestionario antes de la actividad de CoAnnotation y después de haberla realizado. De esta forma, podíamos analizar cuál era la opinión de los/as PIFI sobre la controversia de la elección entre leche materna y leche de fórmula y si se había producido algún cambio.

El pre y postest consistía en responder a la siguiente pregunta: "¿Consideras que la leche materna es más beneficiosa para el bebé que la leche de fórmula? Justifica tu respuesta.".

Para analizar las respuestas de los PIFI se estableció un sistema de categorías dependiendo del tipo de justificaciones que daban. De manera que, un/a mismo/a PIFI podía estar en varias categorías a la vez. Las categorías se obtuvieron tras realizar un análisis cualitativo de las respuestas que daba el alumnado. En la tabla 1 podemos observar las categorías que se obtuvieron en función de las justificaciones que dieron los/as PIFI en el pre y postest.

Tabla 1. Sistema de Categorías

CATEGORÍAS	TÍTULO
J1	Componente inmunológico
J2	Composición nutricional
J3	Proceso de digestión del bebé
J4	La relación afectiva de la madre con el bebé
J5	La independencia de la madre con respecto al bebé
J6	El origen natural como algo positivo
J7	Respaldo de la ciencia

Para el análisis de los resultados en el sistema de categorías se estableció la siguiente codificación en función de la justificación, por ejemplo J1 referida al componente inmunológico. Además, se le otorgaba un carácter a continuación que indicaba su justificación en la controversia: a favor de la lactancia con leche materna (m), a favor de la lactancia con leche de fórmula (f) y a favor por igual tanto de la lactancia materna como de fórmula (=). Esta justificación no quiere decir que un estudiante a favor de la leche materna no dé razones a favor de la leche de fórmula en su argumento. Un ejemplo de categorización sería J1m como una justificación clasificada como componente inmunológico a favor de la leche materna.

Según esta categorización en el vídeo se muestran las siguientes justificaciones:

A favor de la leche materna (j1m, j2m), y a favor de la leche de fórmula (j2m). No hay justificaciones en contra de ambas.

A continuación, se muestran ejemplos de respuestas realizadas por el PIFI a favor, en contra y sin posicionarse sobre la controversia de la lactancia materna y leche de fórmula.

Ejemplo a favor de la lactancia con leche materna:

> Considero que la lactancia con leche materna es más beneficiosa porque la leche materna es nutritiva y facilita la digestión, la leche materna hace que el bebé contraiga menos infecciones, ya que refuerza el sistema inmunitario del niño/a. Como he comentado antes facilita la digestión del bebé y eso hace que tengan menos episodios de diarrea o estreñimiento. Por otra parte, contiene vitaminas, minerales, proteínas, etc que son necesarios para el buen desarrollo del bebé (Pretest 133Q).

Este ejemplo se clasifica con las categorías J1m, J2m y J3m porque está a favor de la lactancia materna y se refiere al componente inmunológico según el fragmento: "la leche materna hace que el bebé contraiga menos infecciones, ya que refuerza el sistema inmunitario del niño/a", a la composición nutricional como: "contiene vitaminas, minerales, proteínas, etc que son necesarios para el buen desarrollo del bebé" y al proceso de digestión del bebé al expresar que: "facilita la digestión del bebé".

Ejemplo a favor de la lactancia con leche de fórmula:

> Hay que tener en cuenta la situación de cada madre ya que hay muchas mujeres que no producen suficiente leche para que el niño se alimente o que por problemas de salud no pueden dar el pecho a sus niños. En estos casos no veo inconveniente en que se utilice la leche de fórmula (Pretest 292Z).

Este ejemplo se clasifica con la categoría J5f, porque está a favor de la leche de fórmula y se refiere a la independencia de la madre con respecto al bebé según el fragmento: "hay que tener en cuenta la situación de cada madre".

Ejemplo a favor por igual tanto de la lactancia materna como de fórmula:

> La leche materna crea un vínculo de la madre con el hijo beneficioso para ambos, además de los anticuerpos que contiene la leche materna que refuerzan el sistema inmunitario del bebé, tiene numerosas vitaminas y minerales necesarios. Aunque también pienso que la leche de fórmula en muchos casos es un salvacion para el bebé, ya sea porque su madre no genera leche suficiente, pueda transmitirle algún virus, enfermedad u otros motivos (Pretest 400K).

Este ejemplo se clasifica con las categorías J1= y J2=, porque está a favor por igual de la lactancia con leche materna y de fórmula y se refiere al componente inmunológico; por un lado, de acuerdo con la leche materna según la frase: "los anticuerpos que contiene la leche materna que refuerzan el sistema inmunitario del bebé", y por otro lado, a favor de leche fórmula por: "la leche de fórmula en muchos casos es un salvacion para el bebé, ya sea porque su madre [...], pueda transmitirle algún virus, enfermedad u otros motivos." y a la composición nutricional J2=; por un lado, de acuerdo con la leche materna según la frase: "la leche materna tiene numerosas vitaminas y minerales necesarios", y por otro lado, a favor de la leche de fórmula por el enunciado: "pienso que la leche de fórmula en muchos casos es un salvacion para el bebé, ya sea porque su madre no genera leche suficiente [...]".

RESULTADOS

A continuación, se analizaron los resultados de las justificaciones del pre y postest con una gráfica Sankey como podemos ver en la figura 3.

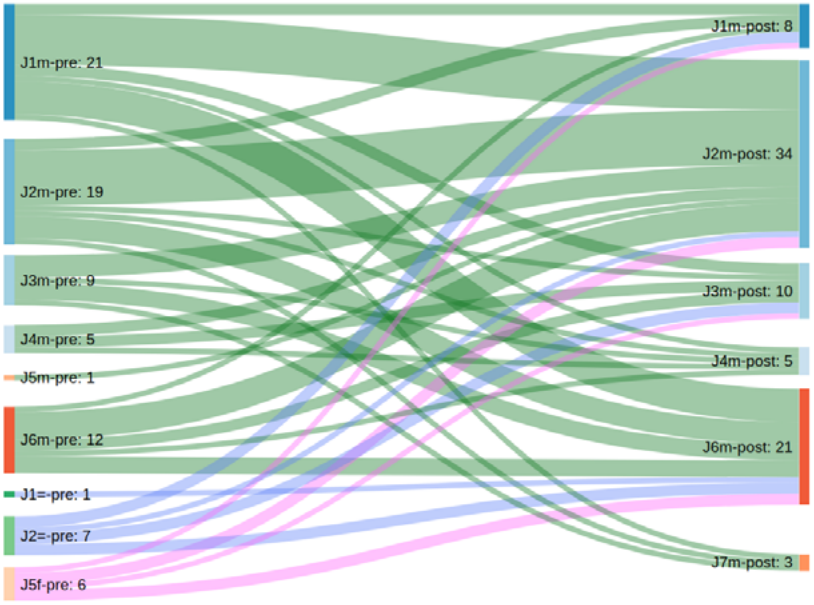


Figura 3. Número de PIFI que tiene asociada dichas justificaciones antes y después de la actividad

La gráfica representa a la izquierda el número de PIFI al que le asociamos las categorías de las justificaciones sobre la controversia antes de la actividad (pretest) y a la derecha después de esta (postest). Esto permite ver los cambios producidos en la percepción del alumnado, siendo el color verde una justificación a favor de la leche materna, el color rosa a favor de leche de fórmula y el color azul a favor de ambas. El número que viene, tanto en el pretest como en el postest, indica el número de justificantes recogidas en ambos momentos. Un mismo PIFI puede estar en varias categorías a la vez. De manera que, el sumatorio de justificantes no coincide con el número PIFI.

Como podemos observar en la gráfica, en el pretest, dentro de las justificaciones a favor de la lactancia con leche materna la J1m (componente inmunológico) fue la justificación más utilizada, mientras que la J5m (la independencia de la madre con respecto al bebé) fue la justificación menos utilizada. Con respecto al postest la justificación a favor de la leche materna más utilizada es la J2m (composición nutricional) y la menos utilizada la J7m (respaldo de la ciencia). Coincidiendo la J2m con que fue la justificación a favor de la de la lactancia materna que más apareció en la actividad con CoAnnotation.

Cabe destacar que, en el pretest había justificaciones a favor de la leche de fórmula (J5f) y a favor de ambos tipos de lactancia (J1= y J2=). Sin embargo, en el postest solamente encontramos justificaciones a favor de la lactancia con leche materna, debido a que las justificaciones que se daban a favor de la leche materna fueron más fuertes en el vídeo que se usó en la actividad con CoAnnotation.

A continuación se muestra un ejemplo de una estudiante que en el pretest estaba a favor de la leche de fórmula y que cambió su respuesta en el postest a favor de la lactancia con leche materna.

Ejemplo a favor de la lactancia con leche de fórmula con justificaciones (J2=, J5f) en el pretest:

> Actualmente las leches comercializadas o de fórmula están cada vez más conseguidas. A veces hay ocasiones que aunque queramos dar el pecho por situaciones no podemos (188q)

Ejemplo a favor de la lactancia con leche materna con justificaciones (J1m, J3m, J6m) en el postest:

> La lactancia con leche materna es más beneficiosa porque inmuniza al niño a través de la madre, facilita su digestión y es un fluido vivo (188q)

CONCLUSIONES

Con este trabajo se ha llegado a conocer de forma preliminar, tras un programa formativo basado en la argumentación científica, que los PIFI presentan cambios en las justificaciones que aportan para tomar decisiones sobre la controversia de la leche de fórmula o de la leche materna, condicionadas sobre el análisis que hicieron en el vídeo con CoAnnotation, como se ha podido comprobar en el análisis de los resultados del postest, donde se apoyaban en justificaciones del vídeo. El cambio más importante encontrado ha sido que un grupo de estudiantes que inicialmente se posicionaron en sus justificaciones a favor de la leche de fórmula o no querían tomar partido, debido a que los argumentos que se aportaron sobre la leche materna fueron mejores y con más base científica que los argumentos de la leche de fórmula. Por tanto, al final de la actividad se posicionaron en sus justificaciones a favor de la leche materna. Otro hallazgo ha sido comprobar que al finalizar la actividad la mayoría de sus justificaciones apuntaban a la categoría J2m relacionada con la composición nutricional, coincidiendo con la justificación que más se anotó en el vídeo con CoAnnotation. Se anima a continuar realizando actividades de análisis sobre vídeo con PIFI parar seguir mejorando las pruebas y las razones que se aportan en los argumentos de este tipo de controversias científicas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia (CPAIM) (EDU2017-82197-P) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en 2017, titulado: Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en Enseñanza Secundaria y Universitaria.

Este trabajo también forma parte del Proyecto de Innovación Educativa PIE19-139 titulado "Educación STEAM en la formación de estudiantes universitarios" financiado por la Universidad de Málaga en 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cebrián-Robles, D., Pérez-Galán, R., Quero-Torres, N. (2019). Estudio comparativo de la evaluación a través de ejercicios sobre texto y vídeo para la identificación de elementos de una investigación científica. Digital Education Review. 35.

Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84(3), 287–312.

España-Ramos, E., Rueda-Serón, J. A., & Blanco-López, Á. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias, 10(4), 763–779.

Illescas-Navarro, M., Morón-Monge, H. y Muñoz-Franco, G. (2019). ¿Y hasta cuando vas a dar el pecho?: un reto para la divulgación y educación científica sobre lactancia materna. En el Congrés Dones, Ciència i Tecnologia.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). 10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas (Vol. 12). Barcelona: Graó.

Llorca, J. (2018). ¿Qué es mejor la Lactancia Materna o la Leche de Fórmula? En Youtube. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=mOz6GU4DfZM

Puig, B. y Evagorou, M. (2020). Design of a socioscientific issue unit with use of modeling: the case of bees. *International Journal of Designs for Learning, 11*(1), 98-107

CF.19 Formación del profesorado de ciencias en un contexto no formal: la competencia de atención a la diversidad a través del Concurso de Cristalización en la Escuela.

Jorge Martín-García y María Eugenia Dies Álvarez

Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza (C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza). araujo@unizar.es

RESUMEN

Para atender las necesidades formativas de un alumnado cada día más heterogéneo es imprescindible ofrecer una adecuada formación permanente al profesorado. En este trabajo se analizan las respuestas de los docentes aragoneses que han participado en el "Concurso de Cristalización en la Escuela" entre los años 2016 y 2019 a dos cuestionarios elaborados ad hoc. Se han codificado y categorizado los datos que hacen referencia a la formación en atención a la diversidad y se han podido agrupar en tres grandes dimensiones: el conocimiento del alumnado, el trabajo en grupos cooperativos y los recursos y metodologías de enseñanza. Se concluye que el concurso satisface las expectativas formativas de los profesores y les ofrece un entorno propicio para poner en práctica acciones que les ayuden a consolidar su competencia en atención a la diversidad y a avanzar hacia una educación más inclusiva.

Palabras clave: Formación de docentes, enseñanza de las ciencias, cristalografía, Educación Secundaria; atención a la diversidad.

INTRODUCCIÓN

Ainscow, Booth y Dyson (2006) definen la educación inclusiva como "*un proceso sistémico de mejora e innovación educativa para promover la presencia, el rendimiento, y la participación de todo el alumnado en la vida escolar de los centros dónde son escolarizados; con particular atención a aquellos más vulnerables a la exclusión escolar o la marginación detectando y eliminando para ello las barreras que limitan dicho proceso*". Los ecos de su definición pueden rastrearse hasta el año 1987 cuando fue publicado Informe Warnock. Sin embargo, todavía hoy, avanzar hacia una educación más equitativa e inclusiva es un desafío que deben afrontar los sistemas educativos.

En este contexto, Silva, Viginheski, y Shimazaki (2018) recogen las palabras de Santos (2010), quien considera que, en el panorama educativo actual, la formación docente constituye uno de los mayores desafíos para construir sistemas educacionales inclusivos, combatir la exclusión educativa y promover la inclusión social de todos. Por su parte Llorent y López (2012) señalan que, entre las principales dificultades de los docentes en el aula, destaca la atención al alumnado con necesidades educativas y consideran que se debe potenciar la formación, tanto inicial como permanente del profesorado, para favorecer los procesos inclusivos.

Dicha formación del profesorado, así como su papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje y sus conocimientos, es uno de los campos más prolíficos dentro de la investigación educativa, pudiendo acometerse desde una gran variedad de orientaciones, enfoques y perspectivas. En concreto, actualmente la sociedad de la información se mueve hacia una cultura del aprendizaje a lo largo de la vida que ha comenzado a ampliar el entorno educativo para incorporar contextos no formales e informales. De hecho, algunos autores, como Ortega (2005), defienden que ya existe más educación fuera de la escuela que dentro de sus muros, y que se aprende más mediante procesos no formales e informales que a través de la enseñanza reglada. Ante esta situación, la didáctica de las ciencias debe comenzar a otorgar a este tipo de espacios y actividades la relevancia que realmente tienen, apreciando sus cualidades. El primer paso, será lograr la implicación del profesorado, ofrecerle una formación adecuada de la que puedan echar mano y aprovechar las oportunidades que estos espacios brindan.

El trabajo que se presenta forma parte de una investigación más amplia en la que se analiza el potencial formativo del "Concurso de Cristalización en la Escuela" (Dies Álvarez et al., 2017; Martín-García, Dies-Álvarez y Bauluz-Lázaro, 2019), un evento que este año ha celebrado su séptima edición en la Comunidad de Aragón y que también se celebra en otros puntos de la geografía nacional e internacional. En particular, este estudio pretende analizar las respuestas del profesorado acerca de los aprendizajes que esperan obtener cuando participan en el concurso, los aprendizajes que realmente obtienen, y la posible utilidad de unos y otros, se vinculan o no con los elementos que suelen atribuirse a la competencia de atención a la diversidad tal y como la conciben autores como Zaragoza (2007) y Pérez (2011).

METODOLOGÍA.

Este trabajo se aborda a través de una estrategia de investigación descriptiva, siguiendo una metodología selectiva (Fontes de Gracia et al., 2010) concretada en un estudio de encuestación. Se ha optado por esta técnica debido a que las encuestas tienen la capacidad de obtener una gran cantidad de información sobre una amplia gama de cuestiones de manera rápida y sencilla.

En concreto, se han empleado dos cuestionarios construidos *ad-hoc* que se han hecho llegar a los participantes a través de la plataforma online Google Docs. El primer cuestionario se envía antes de comenzar con el desarrollo de los proyectos de cristalización, mientras que el segundo se les hace llegar cuando ya han terminado la fase experimental y justo antes de que finalice el concurso.

Se han seleccionado preguntas de naturaleza abierta porque, como defienden Casas, Repullo y Donado (2003), son las más apropiadas para los estudios exploratorios ya que otorgan la máxima libertad al individuo, que

puede elaborar su propia respuesta, destacando aquellos aspectos que considere de mayor relevancia. Así pueden abrir nuevas perspectivas, enriqueciendo la información recogida. No obstante, como contrapunto, tienen el inconveniente de exigir un mayor esfuerzo al investigador (Casas et al., 2003) ya que, muchas de las réplicas incorporan varias ideas, por lo que deben ser segmentadas para extraer estas distintas concepciones antes de poder ser codificadas, clasificadas o analizadas.

Por otro lado, para matizar y complementar la información registrada, se realizan sesiones de observación del trabajo experimental en centros seleccionados (Martín-García et al., 2019), que son grabadas en vídeo y simultáneamente registradas en un diario de campo. Finalmente, con el mismo propósito, se realizan entrevistas con algunos de los profesores participantes.

PARTICIPANTES

Los educadores deben estar participando en el CCE y estar dispuestos a responder a los cuestionarios y a conceder entrevistas, por lo que se ha empleado un muestreo no probabilístico accidental de conveniencia (Fontes de Gracia et al., 2010, p. 286). La muestra final quedó conformada por un total de 170 educadores de la Comunidad de Aragón, que participaron en alguna de las tres ediciones analizadas, 2016/2017, 2017/2018 y 2018/2019. La muestra incluía profesores que impartían docencia en Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional Básica o Educación para adultos, así como educadores de los programas PMAR (Programa de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento), PAI (Programa de Aprendizaje Inclusivo) y de Desarrollo de Capacidades.

ANÁLISIS DE DATOS

Se ha realizado un análisis del contenido (Sayago, 2014) de las respuestas de los profesores a las cuatro cuestiones que se muestran a continuación, perteneciendo las dos primeras a los cuestionarios iniciales y la tercera y cuarta a los cuestionarios finales.

1. ¿Qué esperas aprender con el concurso?
2. ¿Cómo esperas que pueda servirte el concurso para tu docencia en el futuro?
3. ¿Qué has aprendido durante todo el proceso del Concurso?
4. ¿Crees que la participación en el Concurso te puede servir para tu docencia en el futuro?

En cuanto a las entrevistas, las cuestiones que se plantearon en ellas quedaron a su vez vinculadas a estas preguntas de manera que, a nivel del análisis, no se han establecido diferencias entre los fragmentos del discurso procedentes de los cuestionarios y los provenientes de las entrevistas, a pesar de que estos últimos se introdujeron sólo en el análisis final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del contenido llevado a cabo culminó con la emergencia de tres dimensiones a las que se encuadran las respuestas que pueden ser vinculadas con la competencia de atención a la diversidad:

1. El conocimiento del alumnado.

Las repuestas recogidas en las encuestas iniciales muestran que los educadores esperan obtener un conocimiento más profundo de los estudiantes, de sus capacidades, destrezas y habilidades. que les permita no solo

adaptarse mejor al grado de madurez y conocimientos previos de sus estudiantes sino también, como señalan Carrascosa, Martínez, Furió y Guisasola (2008), descubrir cómo aprende cada uno y qué condicionantes intervienen en el proceso, para diagnosticar y dar respuesta a sus necesidades educativas.

En esta línea se recogen contestaciones que aluden directamente a la adecuación de los procesos de enseñanza-aprendizaje a los conocimientos del alumnado, su grado de madurez o la experiencia previa que tiene en la materia, como una manera de acercarse a la individualización de los procesos de enseñanza que Zaragoza (2007, pp 63-64) considera el factor clave de la competencia de atención a la diversidad del profesorado de ciencias naturales en secundaria. En esta línea algunas de las respuestas clasificadas dentro de esta primera dimensión y que proceden de los cuestionarios iniciales son las siguientes:

> *<< [Espero] aprender nuevas formas de enfocar el aprendizaje con determinado alumnado. >>*
>
> *<< Quiero aprender a ser capaz de darles un seguimiento personalizado [a mis alumnos], que creo que necesitarán. >>*
>
> *<< [Espero] conocer mejor a mis alumnos a través de sus necesidades educativas.>>*

En las encuestas finales, que preguntaban acerca de lo que se había aprendido durante el concurso y la utilidad que esos aprendizajes tendrían para la práctica docente, se han recogido respuestas referidas a los mismos aspectos, por lo que puede concluirse que la participación satisface las expectativas de formación del profesorado, por lo menos hasta cierto punto. A modo de ejemplo se presentan las siguientes contestaciones:

> *<< [He aprendido] las diferentes competencias, habilidades de cada alumno. Todos tienen algo que aportar y entre todos salen las cosas adelante. >>*
>
> *<< [Me ha servido] para comprender al alumnado de la ESO. >>*

2. El trabajo en grupos cooperativos.

Las actividades a realizar en el concurso se basan principalmente en el trabajo en el laboratorio, que se desarrolla, generalmente, a través de agrupamientos flexibles en pequeños grupos, lo que contribuye a crear una atmósfera cooperativa que fomenta procesos de aprendizaje colaborativos en los que participan todos los estudiantes. En esta línea, se han encontrado respuestas del tipo:

> *<< [Espero aprender] más sobre trabajo cooperativo en distintos niveles.>>*
>
> *<< [Espero que me sirva] para desarrollar un aprendizaje más inclusivo y cooperativo.>>*
>
> *<< [Espero que me sirva para] fomentar e incentivar el trabajo en equipo en el laboratorio. >>*
>
> *<< [Puede servirme] para saber cómo organizarlos en equipo, el reparto de funciones, la cooperación entre ellos... >>*

En lo referente al aprendizaje cooperativo Maté (1996) considera que los aprendizajes cooperativos ponen en marcha procesos cognitivos que son estimulados por la propia diversidad y que aprovechan el enriquecimiento que ella supone, ofreciendo posibilidades para el desarrollo cognitivo conjunto de estudiantes con muy distintas capacidades y destrezas. Por su parte, Llorent y López (2012) concluyen que, dotar al profesorado de conocimientos y estrategias didácticas para desarrollar este tipo de aprendizajes, es un factor indispensable para favorecer los procesos inclusivos.

En cuanto a la participación del alumnado, Echeita (2013) y García-González Herrera-Seda y Vanegas-Ortega (2018), destacan la importancia promover la participación e implicación de todos los estudiantes para fomentar una verdadera inclusión. A este respecto Guzei (2014) señala que el espectro de experiencias de cristalización que pueden llevarse a cabo es enorme. Abarca desde sustancias que demandan una precisión cirujana en

las operaciones de laboratorio y un control minucioso de las condiciones, hasta otras que producen grandes cristales a gran velocidad y prácticamente con independencia de la pericia del investigador. De este modo, el concurso es una herramienta interesante porque permite llevar a cabo una gran cantidad de experiencias de muy diverso grado de complejidad, pero, a la vez, interesantes y divertidas, que pueden adaptarse a los diferentes ritmos de aprendizaje y habilidades de los estudiantes. No obstante, no se ha registrado ninguna respuesta que aluda a desarrollar prácticas o experimentos con diferente dificultad dentro de un mismo grupo.

3. Los recursos y metodologías de enseñanza.

Se trata de la dimensión más heterogénea de las tres que aúna respuestas que se refieren a aspectos como adquirir nuevas metodologías de trabajo, potenciar el componente práctico de la asignatura, incorporar el aprendizaje experimental o desarrollar proyectos de investigación en otras materias, más allá de los puestos en marcha en el marco del concurso. Algunas de las respuestas asociadas a este ámbito son las siguientes:

> *<< [Espero] aprender algo más sobre aprendizaje experimental y cómo los alumnos van adquiriendo nuevas capacidades/habilidades a través del mismo.>>*
>
> *<< Espero poder aprender nuevos métodos de trabajo en el laboratorio con los alumnos y ver cuál es la mejor manera de trabajar con ellos. >>*
>
> *<< Espero aprender a desarrollar un proyecto en el que sean los alumnos los que propongan el qué hacer y no venga impuesto por mí. >>*
>
> *<< Espero que me pueda ayudar a darle un cambio de enfoque en el laboratorio, de manera que no sea una receta que le cuento a los alumnos y que ellos reproducen, sino que ellos se pregunten cosas y quieran ir más lejos. >>*
>
> *<< [Puede servirme para la] metodología pedagógica en las prácticas de laboratorio. Introducir en ellas el diseño experimental.>>*
>
> *<< Me ha servido para enfocar algunas asignaturas con proyectos de investigación.>>*

En esta línea autores como Casanova (2012) consideran que la metodología es un elemento básico en la personalización de la enseñanza, en tanto va a favorecer la adecuación del sistema a las necesidades del alumnado. Así, tener la posibilidad de seleccionar en cada ocasión un método o estrategia u otro, de emplear múltiples recursos de diferente naturaleza o de plantear actividades variadas con temáticas y grados de dificultad distintos, contribuye sin duda a facilitar el aprendizaje de todo el alumnado.

Por otro lado, una buena manera de incorporar enfoques de enseñanza más constructivistas, centrados en la indagación y la experimentación es precisamente el desarrollo de proyectos de investigación. Desde esta perspectiva es más sencillo crear entornos de aprendizaje donde todos tengan protagonismo, intervengan, aporten, participen y sean escuchados. Los proyectos pueden ser cerrados (con uno objetivos concretos fijados de antemano por el docente) o, por el contrario, totalmente abiertos (aprovechando la imaginación de los estudiantes). Además, normalmente, adoptan elementos de la investigación científica lo que, de acuerdo con Spektor-Levy y Yifrach (2019), supone una gran oportunidad para potenciar la inclusión efectiva ya que, el método científico, es estructurado, claro, preciso y sistemático a la par que altamente creativo, de manera que puede adecuarse a distintos estilos de aprendizaje.

Los trabajos Scruggs, Mastropieri y Okolo (2008) y de Greca y Jerez-Herrero (2017), por otro lado, indican que las metodologías “hands-on” benefician en gran medida al alumnado porque permiten la manipulación directa de los materiales y la interacción con problemas reales, de manera que constituyen una de las aproximaciones más útiles para trabajar las ciencias naturales de una forma inclusiva. En contraposición, los esquemas de enseñanza más tradicionales, centrados en modelos de corte expositivo y basados en el libro de

texto, pueden llegar a dejar atrás a los estudiantes cuyo rendimiento es inferior al de sus compañeros (Greca y Jerez-Herrero, 2017) o cuya capacidad de atención y concentración es menor.

4. Resultados adicionales.

En las encuestas finales se han detectado otros elementos que resultan interesantes desde la perspectiva de la atención a la diversidad. Algunos de los participantes remarcan que la participación en el concurso motiva especialmente a los alumnos que normalmente tienen rendimientos menos destacados, que se animan a trabajar y desarrollan una mayor confianza en sí mismos, así como a los estudiantes que generalmente no muestran interés en las clases responden de buen grado a la iniciativa.

> *<< [He aprendido que] los alumnos que académicamente son más discretos se motivan mucho más con este tipo de actividades. >>*
>
> *<< [He aprendido que] los alumnos aparentemente poco interesados en las actividades de ciencias, en actividades distintas, responden mucho mejor de lo esperado. >>*
>
> *<< Me lo dicen y no me lo creo, mira a [un alumno diagnosticado con TDAH], nunca lo había visto tan tranquilo y trabajando […]. En clase siempre tengo que estarle mandando callar y diciéndole que se siente, no para y me altera los demás, no para quieto y me interrumpe la clase veinte veces […]. No me lo puedo creer, concentrado preparando las disoluciones […]. Me daba miedo dejarle entrar en el grupo de cristales porque no hace más que armar. Pero se está portando […]. Fíjate, ha traído cosas de casa y ha estado buscando en internet […], estoy alucinando. >>*

Estos resultados se muestran en consonancia con los que presenta Guzei (2014) en su análisis del "*Wisconsin Crystal Growing Contest*". A través del testimonio de los profesores participantes, eeste autor señala que, los estudiantes que no siempre participan en clase, en el certamen destacan rápidamente y se muestran ávidos de poner sus habilidades al servicio del grupo y los compañeros.

CONCLUSIONES

El estudio de las respuestas dadas por los docentes a las preguntas seleccionadas, así como las informaciones complementarias recogidas mediante las entrevistas muestran que el profesorado participante es consciente de la complejidad que supone enseñar ciencias a grupos tan heterogéneos como los que hoy pueblan las aulas y de que, a consecuencia de ello, necesitan una formación permanente que les ayude a afrontar esta tarea.

En este marco, en las encuestas iniciales articulan sus demandas formativas y sus expectativas de aprendizaje en torno a tres dimensiones: el conocimiento del alumnado, el trabajo cooperativo en el laboratorio y la obtención de nuevos recursos, metodologías y enfoques de enseñanza. Las respuestas recogidas mediante los cuestionarios finales se muestran en consonancia con las necesidades previamente reportadas, ya que aluden a los mismos tres ámbitos. De este modo, una primera conclusión que puede extraerse del trabajo es que la participación cubre las expectativas del profesorado.

La atención a la diversidad y la educación inclusiva tienen entre sus propósitos prestar una enseñanza que favorezca el máximo desarrollo de todo el alumnado, otorgando a cada estudiante lo que necesita para alcanzar sus objetivos. En este contexto, los resultados de este trabajo ponen de manifiesto cómo, aunque el "Concurso de Cristalización en la Escuela" no sea *per se*, un contexto en el que los educadores adquieran una formación profunda en cuanto a la atención a la diversidad, sí supone una oportunidad para adquirir conocimientos, instrumentos y estrategias que luego poder extrapolar a su praxis de aula, para dar una respuesta adecuada a los diferentes estilos y capacidades de aprendizaje de sus estudiantes. Por lo tanto, ofrece a los docentes la oportunidad de poner en práctica actuaciones encaminadas a la consolidación de la competencia de atención a la

diversidad y el tránsito hacia una educación científica más inclusiva, que supere algunas de sus tradicionales barreras.

Este estudio constituye una aproximación exploratoria al campo de interés. En futuros trabajos se desarrollarán cuestionarios que aborden de manera más directa y específica el tema de la atención a la diversidad, además de enfocar las entrevistas mucho más hacia este aspecto. Además, se pretende estudiar qué aspectos del proyecto pueden ser modificados para facilitar que los educadores pongan en marcha estrategias con las que continuar formándose y mejorando en esta competencia en concreto.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo es una contribución a los proyectos EDU2016-76743-P (MIMECO), PIIDUZ_19_468 (Universidad de Zaragoza) y al grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Experimentales (Gobierno de Aragón). Jorge Martín García disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IIU/796/2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ainscow, M., Booth, T., y Dyson, A. (2006). *Improving Schools, Developing Inclusion*. Routledge.

Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C., y Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *5*(2), 118-133. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i2.01

Casanova, M. A. (2012). El Diseño Curricular como Factor de Calidad Educativa. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, *10*(4). Recuperado de http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol10num4/art1.pdf

Casas, J., Repullo, J. R., y Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, *31*(8), 527-538. https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)70728-8

Dies Álvarez, M. E., Bauluz Lázaro, B., García Orduña, P., Lahoz Díaz, F., Latre Morales, B., Mateo González, E., Martín Tello, A., Mayayo Burillo, M. J., y Yuste Oliete, A. (2017). Seguimiento didáctico del Concurso de Cristalización en la Escuela-Aragón 2016-2017. *Actas de las XI Jornadas de Innovación Docente e Investigación Educativa de la Universidad de Zaragoza*, 70-71. Recuperado de https://zaguan.unizar.es/record/62128/files/BOOK-2017-013.pdf

Echeita, G. (2013). El apoyo entre el alumnado para aprender y participar. En G. Echeita (Ed.), *Cómo fomentar las redes naturales de apoyo en el marco de una escuela inclusiva: Propuestas prácticas*, *2013*, *ISBN 9788467686333*, *págs. 55-76* (pp. 55-76). Editorial MAD.

Fontes de Gracia, S., García-Gallego, C., Quintanilla, L., Rodríguez, R., Rubio de Lemus, P., y Sarriá, E. S. (2010). *Fundamentos de investigación en psicología* (Primera). Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED.

García-González, C., Herrera-Seda, C., y Vanegas-Ortega, C. (2018). Competencias Docentes para una Pedagogía Inclusiva. Consideraciones a partir de la Experiencia con Formadores de Profesores Chilenos. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, *12*(2), 149-167. https://doi.org/10.4067/S0718-73782018000200149

Greca, I. M., y Jerez-Herrero, E. (2017). Propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales en Educación Primaria en un aula inclusiva. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *14*(2), 385-397.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.07

Guzei, I. A. (2014). Celebrating the International Year of Crystallography with a Wisconsin High School Crystal Growing Competition. *Journal of Chemical Education*, *91*(12), 2013-2017. https://doi.org/10.1021/ed500792y

Llorent, V. J., y López, R. (2012). Demandas de la Formación del Profesorado. El desarrollo de la educación inclusiva en la Educación Secundaria Obligatoria. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, *15*(3), 27-34. Recuperado de https://revistas.um.es/reifop/issue/view/11881

Martín-García, J., Dies-Álvarez, M. E., y Bauluz-Lázaro, B. (2019). Impacto del concurso de cristalización en la escuela en el profesorado participante: Un estudio preliminar. *Libro Actas de las XIII Jornadas de Innovación Docente e Investigación Educativa de la Universidad de Zaragoza*, 84-85. Recuperado de http://eventos.unizar.es/36310/files/xiii-jornadas-de-innovacion-docente-e-investigacion-educativa-uz.html

Maté, M. (1996). Trabajo en grupo cooperativo y tratamiento de la diversidad. *Aula de innovación educativa*, *51*, 51-56. Recuperado de https://www.grao.com/es/producto/trabajo-en-grupo-cooperativo-y-tratamiento-de-la-diversidad

Ortega, J. (2005). La Educación a lo largo de la vida: La Educación social, la Educación escolar, la Educación continua … todas son Educaciones formales. *Revista de Educación*, *338*, 167-175. https://doi.org/10.4438/1988-592X-0034-8082-RE

Pérez, J. C. (2011). Modelo de competencias profesionales del profesorado para la planificación estratégica y el ajuste de su formación a las necesidades y demandas. *Conectando Redes: actas del Congreso Estatal de Formación del Profesorado, organizado por el Ministerio de Educación, Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional, Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa*, 72-97. Recuperado de http://cfiesegovia.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/Modelo_de_Competencias_Profesionales_del_Profesorado.pdf

Santos, I. M. (2010). *Inclusão escolar e a educação para todos.* [Tesis doctoral]. Universidade Federal de Rio Grande do Sul.

Sayago, S. (2014). Discourse analysis as a qualitative and quantitative technique in the social sciences. *Cinta de moebio*, *49*, 1-10. https://doi.org/10.4067/S0717-554X2014000100001

Scruggs, T., Mastropieri, M., y Okolo, C. (2008). Science and Social Studies for Students With Disabilities. *Focus on Exceptional Children*, *41*(2), 1-24. https://doi.org/10.17161/foec.v41i2.6835

Silva, S. D. C. R. da, Viginheski, L. V. M., y Shimazaki, E. M. (2018). La inclusión en la formación inicial de profesores de matemáticas. *Acta Scientiarum. Education*, *40*(3), 32210. https://doi.org/10.4025/actascieduc.v40i3.32210

Spektor-Levy, O., y Yifrach, M. (2019). If Science Teachers Are Positively Inclined Toward Inclusive Education, Why Is It So Difficult? *Research in Science Education*, *49*(3), 737-766. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9636-0

Zaragoza, A. (Ed.). (2007). *Competencias profesionales docentes y detección de necesidades de formación*. Azarbe. Recuperado de http://servicios.educarm.es/cnice/Comprof/WebDEF_02/puestos.pdf

CF.20¿Qué conocimientos iniciales tienen las estudiantes del Grado en Educación Infantil antes de comenzar su formación en Didáctica de las Ciencias Experimentales?

Carmen Inglés Carrillo y Carlos de Pro Chereguini

ISEN Centro Universitario (adscrito a la Universidad de Murcia) carmen.inglesc@um.es

RESUMEN

En este estudio analizamos cuáles son algunos de los conocimientos previos en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) del alumnado de 3º curso del Grado en Educación Infantil del centro ISEN (adscrito a la Universidad de Murcia), concretamente antes de cursar su primera asignatura de DCE. Para ello, diseñamos un cuestionario, como instrumento de recogida de información, y éste lo focalizamos en contenidos científicos y didácticos sobre la enseñanza y el aprendizaje de "el cuerpo humano y la salud". Los resultados pusieron de manifiesto que gran parte de las estudiantes del Grado en Educación Infantil poseen ciertas necesidades formativas que deberían ser abordadas en su etapa de formación inicial con el fin de paliar posibles lagunas que podrían condicionar su desarrollo profesional.

Palabras clave: formación inicial de maestros; didáctica de las ciencias; conocimientos científicos y didácticos; Educación infantil; cuerpo humano y salud

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de formación del profesorado, debemos centrar nuestra atención en la labor profesional que deben desempeñar los docentes de Educación Infantil (EI). Dicha labor estará condicionada por múltiples características del propio profesorado que debe ocuparse de ella: sus conocimientos científicos y didácticos, sus experiencias en las aulas y en los centros, sus creencias sobre la Educación o sobre el carácter formativo o asistencial que debe jugar la EI, sus cualidades personales, su conocimiento de los problemas y necesidades del contexto, etc. Pero indudablemente también estará mediatizada por otros factores: el currículum oficial de EI, los programas formativos de carácter institucional, el reconocimiento social de la profesión, los planes de estudio de nuestras titulaciones…; en definitiva, por el modelo de maestro o maestra que queramos (Pro, Pro y Rodríguez, 2019).

Parece existir –por lo menos, de momento- un consenso generalizado en defender la presencia de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) en todas las etapas formativas del desarrollo profesional del profesorado de esta etapa educativa. Puede discutirse si las ciencias que deben enseñarse en EI deben hacerse de forma disciplinar, interdisciplinar o globalizada; si se debe supeditar al aprendizaje de las materias instrumentales o si éstas últimas tienen que desarrollarse a partir de proyectos. Pero creemos que pocos discutirían que se tienen que trabajar contenidos como la adquisición de hábitos saludables, el reconocimiento de las partes del cuerpo, las prácticas de higiene, la concienciación por un consumo adecuado y sostenible, o el respeto al medio ambiente. Así podríamos citar, entre otros, Harlen (1998), García-Carmona, Criado y Cañal (2014), Cantó, Pro y Solbes (2016).

Ahora bien, las necesidades formativas de un futuro maestro de EI no coinciden con las de un profesor de secundaria (ni siquiera de Educación Primaria). Y, en consecuencia, los contenidos a desarrollar en DCE deben ser diferentes. Desde nuestra perspectiva, no estarían orientados a repetir la formación científica inadecuada que recibieron en la Educación Secundaria ni a facilitar una mayor alfabetización científica, dejando a un lado que estamos en una titulación con un carácter inequívocamente profesional.

Esto no quita que se apueste por una reducción drástica de las "clases expositivas", en las que sólo se produce una trasmisión unidireccional de información dejando a un lado el pensamiento crítico de los estudiantes (López-Banet y Pro, 2016); que se adquieran competencias comunes a cualquier docente (Díaz y Garzón, 2018); que se conozcan y usen técnicas basadas en la observación, la indagación, la experimentación… (Cantó, Pro y Solbes, 2017); que se realice, incluso, una actualización científica en temas de gran actualidad y calado social (también para el alumnado de EI)… De hecho, no podemos olvidar que, en nuestras materias, la metodología es un contenido más de formación. Pero, tampoco se puede ignorar que lo primero que debemos atender son las exigencias que les planteamos en los Planes de Prácticas de Enseñanza y estos son, en muchos casos, de otra naturaleza.

Debemos establecer puentes claros entre nuestras materias y las aulas de EI (Cantó, 2018). No podemos plantear a un estudiante en formación inicial que opte por lo que se hace en la escuela y lo que les proponemos desde la Universidad. En este sentido, la selección de los tutores de EI es muy importante pero, además, debemos incorporar actividades en los centros, en las aulas y, por supuesto, con los niños, a nuestras materias de DCE.

No obstante, como en cualquier proceso de aprendizaje es preciso partir de los conocimientos y experiencias del que aprende y, a partir de estos, debemos construir su desarrollo profesional (Pro, 2017; Pro et al., 2019). Por este motivo, creemos importante investigar cuáles son las nociones iniciales –en particular, en relación a los conocimientos científicos y didácticos– que tienen los estudiantes en formación en un tópico cercano: "el cuerpo humano y la salud".

METODOLOGÍA

Se pretende conocer algunos conocimientos de 34 alumnas –todas son mujeres– del Grado de Educación Infantil (GdEI) que cursaron sus estudios en el centro ISEN (adscrito a la Universidad de Murcia), concretamente de tercer curso. Ninguna había cursado una asignatura de DCE en los dos primeros años de la titulación. Estaban matriculadas en "Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I"; hablamos de una materia presencial y obligatoria, la primera de DCE, para el alumnado del Grado.

En dicha materia, las alumnas, según la Guía Docente, debían adquirir unas competencias básicas, generales y específicas; las de materia se recogen en la Tabla 1. Como puede verse, están muy alejadas de nuestros planteamientos.

Tabla 1. Competencias de la materia

COMPETENCIAS
MD01. Conocer los fundamentos científicos, matemáticos y tecnológicos del currículo de esta etapa, así como las teorías sobre la adquisición y desarrollo de los aprendizajes correspondientes.
MD04. Conocer la metodología científica y promover el pensamiento científico y la experimentación.
MD06. Conocer los momentos más sobresalientes de la historia de las ciencias y las técnicas y su trascendencia.
MD07. Elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción ciencia, técnica, sociedad y desarrollo sostenible.
MD08. Promover el interés y el respeto por el medio natural, social y cultural a través de proyectos didácticos adecuados.
MD09. Fomentar experiencias de iniciación a las tecnologías de la información y la comunicación.

Ahora bien, con la finalidad de conocer cuáles eran sus conocimientos científicos y didácticos previos antes de cursar la primera asignatura de DCE, fue elaborado un instrumento de recogida de información para identificar y analizar algunas de las concepciones iniciales de nuestras participantes sobre "el cuerpo humano y la salud". El cuestionario se pasó el primer día de clase de la asignatura y dispusieron de una hora para cumplimentarlo.

Como habían cursado materias básicas de carácter pedagógico o psicológico, se incluyeron dos preguntas (2.A y 2.B) adaptadas al conocimiento didáctico en general. De este modo, en la Tabla 2, recogemos el cuestionario utilizado; constaba de 19 preguntas abiertas con unas finalidades diferentes, siendo CC el conocimiento científico y CD el conocimiento didáctico.

Tabla 2. Intencionalidad de las preguntas del pretest

ÍTEM	PREGUNTA	INTENCIONALIDAD
1.A	¿Por qué estornudamos?	CC (cuerpo humano)
1.B	¿Qué recorrido sigue por tu cuerpo una gota de sangre?	CC (cuerpo humano)
1.C	¿Cómo se producen las cosquillas y por qué no podemos hacérnoslas nosotros mismos?	CC (cuerpo humano)
1.D	¿Qué menú crees que debería componer un desayuno equilibrado en los niños?	CC (salud)

ÍTEM	PREGUNTA	INTENCIONALIDAD
1.E	¿Cuál crees que es la distribución porcentual generalizada (%) de hidratos de carbono, proteínas y grasas que deben consumir los niños al día?	CC (salud)
1.F	¿Cuáles crees que son los alimentos principales que debe contener una dieta equilibrada en edades tempranas?	CC (salud)
1.G.a	Dada la información nutricional de dos tipos de leche, ¿cuál "engorda" más? ¿Por qué?	CC (salud)
1.G.b	Dada la información nutricional de dos tipos de leche, ¿cuál es mejor para el crecimiento y la renovación de tejidos? ¿Por qué?	CC (salud)
1.G.c	Dada la información nutricional de dos tipos de leche, ¿cuál es mejor para la piel? ¿Por qué?	CC (salud)
1.H	¿Cuándo crees que es mejor lavarse los dientes (desayuno, comida o cena)? ¿Por qué?	CC (salud)
1.I	¿Por qué es importante que los niños duerman una cantidad de horas necesarias al día?	CC (salud)
1.J	Indica 5 hábitos relacionados con la higiene infantil	CC (salud)
2.A	Indica 5 características de los alumnos que condicionen el aprendizaje de las ciencias en Ed. Infantil	CD (dificultades de aprendizaje)
2.B	Indica 3 principios metodológicos que haría que considerar para enseñar ciencias en Ed. Infantil	CD (metodología)
2.C.a	Di si la siguiente afirmación es acertada o errónea y justifica: "La respiración solo tiene lugar en los pulmones"	CC (cuerpo humano)
2.C.b	Di si la siguiente afirmación es acertada o errónea y justifica: "El órgano principal en la digestión es el estómago"	CC (cuerpo humano)
2.C.c	Di si la siguiente afirmación es acertada o errónea y justifica: "Las arterias siempre llevan la sangre desde el corazón al resto de partes del cuerpo y las venas siempre lo hacen desde los capilares al corazón"	CC (cuerpo humano)
2.C.d	Di si la siguiente afirmación es acertada o errónea y justifica: "Es recomendable lavarse los dientes siempre justo después de comer"	CC (salud)
2.C.e	Di si la siguiente afirmación es acertada o errónea y justifica: "Las vitaminas son nutrientes energéticos que actúan en todos los procesos fisiológicos"	CC (salud)

Dado que todas las preguntas eran de carácter abierto se obtuvo mucha información que pasamos a sintetizar en el siguiente epígrafe.

RESULTADOS

Tras realizar el vaciado de las respuestas dadas por cada participante de manera segmentada (para no perder la literalidad de sus opiniones), categorizamos el conocimiento científico y didáctico de dichas alumnas, según su porcentaje de acierto en cada cuestión planteada. Las 34 alumnas del GdEI fueron identificadas con la enumeración "AX", donde "A" es la abreviatura de alumna y "X" un número que abarca entre el 1 y el 34.

De los resultados obtenidos en relación al conocimiento científico previo a cursar la primera asignatura de

DCE, todas las alumnas quedaron por debajo del 50%, categorizado como "nada aceptable", concretamente en un 35%.

Entre los resultados más destacables podemos señalar que las futuras maestras tenían serios problemas a la hora de seleccionar un desayuno saludable e, incluso, al interpretar el etiquetado de los alimentos, ya que presentaban ciertas dudas entre las funciones que aportan algunos nutrientes como las proteínas o las vitaminas principalmente. En lo que se refiere a los hábitos de higiene existían lagunas de cómo se realizan de forma adecuada, y como resultado les era más complicado identificar un mínimo de cinco hábitos.

Asimismo, pese a que resulta habitual el uso de las cosquillas como método de relajación en algunas aulas de EI, parece que no se habían preguntado hasta entonces qué había tras esa técnica y tampoco sabían justificar con más de un motivo, en la mayoría de los casos solo decían que "para reponer energía para el día siguiente", la importancia que tiene el descanso en la etapa infantil. Por otra parte, no podemos pasar por alto su competencia matemática, ya que mostraban problemas muy preocupantes a la hora de trabajar con porcentajes.

Del mismo modo, se detectaron errores conceptuales importantes en muchas estudiantes relación a las funciones de algunos órganos y aparatos del cuerpo humano: confundían venas con arterias, no diferenciaban la circulación sistémica de la circulación pulmonar, no identificaban la respiración celular, establecían el estómago como el órgano principal en la digestión, etc.; creemos que esto podría ser debido a una falta de conexión o relación funcional, en su etapa de formación preuniversitaria, entre los órganos y aparatos que intervienen en el proceso de nutrición humana.

En lo que se refiere a su conocimiento didáctico, de carácter general, el alumnado fue categorizado en dos grupos; por un lado, solo 8 estudiantes (A1, A9, A14, A17, A22, A26, A27 y A32) de las 34 alumnas contestaron de manera parcialmente correcta y, por otro lado, el resto del alumnado fue categorizado como "nada aceptable". Así, presentaban menos problemas para identificar las orientaciones metodológicas propias de la etapa infantil que las posibles dificultades de aprendizaje del alumnado, pensamos que esto pudo ser motivado porque las primeras las habrían trabajado de manera explícita o implícita en más asignaturas del Grado pero también porque la exigencia de la propia pregunta era menor, tres ejemplos en lugar de cinco como se pedía en las dificultades de aprendizaje.

Desde nuestra perspectiva, sus conocimientos didácticos también eran escasos para encontrarse en su tercer año de titulación. Aunque como hemos insistido no habían cursado ninguna materia de DCE, durante dos cursos habían tenido acceso a contenidos psicopedagógicos en otras asignaturas del GdEI e, incluso, habían estado en tres períodos de Prácticas de Enseñanza.

Globalmente, observamos que los conocimientos iniciales de nuestras participantes en lo que respecta a sus conocimientos científicos y didácticos en relación al tópico "el cuerpo humano y la salud" son muy limitados; es decir, las estudiantes parten con grandes carencias. Quizás, se pueda deber a la falta de proximidad entre los contenidos que se imparten en los centros de EI con la realidad diaria que vemos en las Universidades (Inglés, Pro y Gómez, 2019).

En consecuencia, creemos que es primordial que exista un vínculo entre los docentes en ejercicio y el profesorado de la universidad (Cantó, 2018), ya que si fomentamos la participación dentro de las aulas de EI estaremos implicando de manera activa y positiva al alumnado en formación. Y no solo eso, sino que desarrollaremos un aprendizaje de las ciencias ajustado a la realidad de las aulas de hoy día, pero partiendo en todo momento de las concepciones y experiencias previas de los estudiantes.

CONCLUSIONES

En definitiva, los resultados obtenidos anteriormente, muestran que las estudiantes del GdEI poseen dificultades en sus conocimientos científicos sobre "el cuerpo humano y la salud", así como en algunos de sus conoci-

mientos didácticos previos a cursar su primera asignatura de DCE. De este modo, podríamos poner de manifiesto que el método de enseñanza-aprendizaje de la formación previa a cursar sus estudios universitarios son adquiridos de manera memorística tal y como aludían López-Banet y Pro (2016).

Precisamente al encontrarnos con dichas carencias, en nuestros estudiantes, hace que el profesorado de las universidades tenga que adaptarse a estas teniendo muy presente la carga de créditos que tengan asignados los departamentos de DCE en cada universidad para el título de GdEI, que sabemos que no siempre es la misma (Pro, Pro y Cantó, 2019). Por tanto, si queremos mejorar la formación inicial de nuestros estudiantes, no solo es importante alcanzar las competencias básicas recogidas en la guía docente, sino que sería interesante mejorar nuestras propuestas de aprendizaje con la intención de crear grandes docentes del mañana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantó, J. (2018). Una experiencia de aprendizaje y servicio en la formación inicial en ciencias de maestros y maestras de educación infantil. En C. Martínez Losada (coord.) y S. García Barros (coord.), XXVIII Encuentros de Didácticas de las Ciencias Experimentales (pp. 315-319). A Coruña, España: UDC-ÁPICE.

Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de Educación Infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias, 34* (3), 25-50. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870

Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2017). ¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14* (3), 666-688. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/19515

Díaz, N. y Garzón, A. (2018). El reclamo "natural" como recurso para trabajar el pensamiento crítico en futuros maestros de educación infantil. En C. Martínez Losada y S. García Barros (coord.), XXVIII Encuentros de Didácticas de las Ciencias Experimentales (pp. 299-304). A Coruña, España: UDC-ÁPICE.

García-Carmona, A., Criado, A. y Cañal, P (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias, 32* (2), 131-149. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817

Harlen, W. (1998). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Barcelona: Morata.

Inglés, C., Pro, C. y Gómez, A. (2019). ¿Están condicionados para enseñar ciencias los maestros en formación inicial del Grado de Educación Infantil? En A. Gómez y C. de Pro (eds.), Investigación e Innovación Educativa en el Siglo XXI (pp. 97-106). Sevilla, España: WANCEULEN EDITORIAL.

López-Banet, L. y Pro, A. (2016). Valoración de la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de los estudiantes del Grado de Educación Infantil. En J. L. Bravo Galán (ed.), XXVII Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 271-278). Badajoz, España: UEX- ÁPICE.

Pro, A., Pro, C. y Cantó, J. (2019). ¿Cómo estamos formando a las futuras maestras para enseñar ciencias en el grado de educación infantil? UTE. *Revista de Ciències de l'Educació, Monogràfic 2019*, 88-99. DOI: https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2657

Pro, A., Pro, C. y Rodríguez, J. (2019). Estudio de la adquisición de subcompetencias sobre comunicación audiovisual de los maestros en formación inicial. Ápice. *Revista de Educación Científica, 3*(1), 29-39. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4618

Pro, C. (2017). Conocimiento didáctico de los maestros de Educación Infantil: ¿cómo evalúan hábitos saludables del alumnado? En J. J. Maquilón (ed.), Investigaciones sobre la formación docente en el siglo XXI (pp. 173-185). Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

CF.21 Preguntas sobre alimentación y nutrición planteadas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria

Cristina Gil González[1], Ángel Luis Cortés Gracia[1]

1 Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza

RESUMEN

En este trabajo se han analizado las preguntas sobre alimentación y nutrición que aparecen en cinco colecciones completas de libros de texto de Educación Primaria (30 libros) y cómo se distribuyen a lo largo de la etapa educativa. El estudio ha permitido identificar el tipo de preguntas que aparecen teniendo en cuenta los contenidos sobre alimentación y nutrición que muestran los libros de texto, así como su adecuación con las prescripciones curriculares de la etapa. La mayor cantidad de preguntas se concentra en los tres primeros cursos de Educación Primaria, donde también existe más diversidad de contenidos. En los tres restantes (especialmente 5º y 6º) se reducen significativamente y algunas editoriales, dada la inexistencia de estos contenidos en sus libros, ni siquiera plantean preguntas sobre alimentación y nutrición.

Palabras clave: preguntas; alimentación y nutrición; libros de texto; análisis de contenido; Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

Las preguntas tienen un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje ya que permiten establecer relaciones entre los hechos o fenómenos objeto de estudio, el propio conocimiento y el conocimiento científico (Roca et al. 2013). Sin embargo, el profesorado desconoce en ocasiones la manera de formular pre-

guntas de calidad y tiende a priorizar aquellas de respuestas cortas, reproductivas y con tendencia memorística (Eslava y Eslava 2000; Márquez y Roca 2004; Polanco 2004). Su preocupación por transmitir las ideas sin errores y/o por temor a no saber dar una respuesta clara y completa hace que el profesorado enfatice a veces en las preguntas cerradas y deje a un lado las preguntas abiertas (De Rivera et al. 2005; Wells 2002).

De esta manera, parece necesaria una formación docente que facilite los recursos adecuados para que el profesorado realice preguntas de calidad en el aula y, al mismo tiempo, se le indique la importancia que tienen en su diseño aspectos como el contexto, el nivel escalar y la coherencia las mismas (González García 2007; Polanco 2004; Roca 2007). No obstante, no debe obviarse la importancia que tienen las preguntas planteadas por el alumnado, especialmente por su relación con la construcción del conocimiento y el desarrollo del pensamiento crítico (Roca et al. 2013). Igualmente, puesto que los recursos educativos empleados por el profesorado se han convertido en mediadores clave del proceso de enseñanza y aprendizaje, las preguntas que se plantean en ellos suscitan un gran interés, destacando las planteadas en el libro de texto por ser el material educativo más utilizado en el aula y convertirse en bastantes ocasiones en el referente exclusivo del currículo escolar y del saber científico (Harrison 2001; López-Valentín y Guerra-Ramos 2012; Martínez Bonafé y Rodríguez Rodríguez 2010)

En el marco de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, numerosas investigaciones muestran que el conocimiento que se construye en las aulas se encuentra, en muchas ocasiones, alejado de lo que debería ser una adecuada alfabetización científica. Como ejemplo, alimentación y nutrición se usan indistintamente y pocas veces se aborda una perspectiva sistémica en la que se conecten, por ejemplo, respiración, circulación y nutrición (Nuñez y Banet 1997; Cabello et al. 2016).

Los conocimientos sobre alimentación y nutrición suscitan un gran interés tanto a nivel educativo como en la vida cotidiana. De hecho, el sistema educativo español, en el bloque 2 del currículo de Educación Primaria (LOMCE) (BOE, Real Decreto 126/2014 de 28 de febrero) de la asignatura troncal Ciencias de la Naturaleza, establece entre los contenidos mínimos la función de nutrición y los hábitos saludables, entre otros. Al mismo tiempo, existen numerosos trabajos centrados en temas concretos de las etapas de Educación Infantil y Primaria (Cubero et al. 2012 2017; Núñez y Banet 2000), de Educación Secundaria Obligatoria (Bizzio et al. 2015; Cabello et al. 2016) e incluso en la formación del profesorado (García Barros, Martínez Losada y Rivadulla 2010). Los contenidos en los libros de texto son analizados en trabajos como el de Torres García et al. (2017), que aborda los niveles competenciales presentes en los mismos.

De esta manera, ya que buena parte del conocimiento que se llega a adquirir depende del tipo y la calidad de las preguntas, parece interesante plantear una investigación que estudie qué preguntas sobre alimentación y nutrición aparecen en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria y cómo se distribuyen a lo largo de toda la etapa.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es identificar el tipo de preguntas sobre alimentación y nutrición que aparecen en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria, así como su distribución a lo largo de toda la etapa educativa.

METODOLOGÍA

La identificación del tipo de preguntas sobre alimentación que aparecen en los libros de texto de Educación Primaria se ha realizado mediante un análisis de contenido a una muestra de cinco colecciones completas (30 libros) del periodo 2014-2018 de libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de Educación Primaria de varias de las editoriales más vendidas en España, entendiendo que pueden ser una muestra representativa de los libros de texto españoles (tabla 1).

Tabla 1. Nomenclatura utilizada para cada una de las editoriales analizadas

NOMENCLATURA	EDITORIALES
Editorial 1	Anaya
Editorial 2	Edebé
Editorial 3	Edelvives
Editorial 4	Santillana
Editorial 5	Vicens Vives

En palabras de López Noguero (2002), un análisis de contenido "sólo puede entenderse de una forma completa si lo situamos en el contexto de un diseño de investigación". Así, la definición de las unidades de análisis y categorías es uno de los principales problemas y por lo tanto no existen plantillas de análisis generalizables al depender de los objetivos de la investigación (Occelli y Valeiras 2013).

De esta manera, antes de realizar el análisis se ha elaborado un sistema de categorías para las preguntas sobre alimentación que pueden aparecer en los libros de texto usando las categorías señaladas por Roca et al. (2013). Posteriormente, las categorías recopiladas se han incluido en una plantilla de análisis de elaboración propia (tabla 2) que se ha aplicado a la muestra completa de libros de texto.

Tabla 2. Plantilla de análisis de elaboración propia empleada para la recopilación de las preguntas sobre alimentación y nutrición que aparecen en los libros de texto estudiados (*en los libros analizados no hay preguntas de comprobación).

TIPOS DE PREGUNTAS		
CATEGORÍA	**FORMA DE LA PREGUNTA**	**EJEMPLO**
Descripción	¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuántos? ¿Qué pasa? ¿Cómo pasa?	¿Cómo la vais a decorar, haciendo formas con las frutas, añadiendo zumo de naranja o yogur…?
Explicación causal	¿Por qué? ¿Cuál es la causa? ¿Cómo es que? ¿A causa de qué?	¿Por qué hay que comer de forma saludable?
Comprobación	¿Cómo se puede saber? ¿Cómo lo saben? ¿Se puede demostrar que? ¿Son posibles los resultados en la prueba? ¿Cómo se hace?	¿Cómo se puede saber si un alimento contiene azúcar?*
Generalización/ definición	¿Qué es? (Definición) ¿Pertenece a tal grupo? ¿Qué diferencia hay? ¿ Por qué según la teoría?	¿Qué es la salud?
Predicción	¿Qué consecuencias? ¿Qué puede pasar? ¿Podría ser? ¿Qué pasará sí…? Formas verbales de futuro o condicionales.	¿Qué harías si te sobrara un trozo de bocadillo?
Gestión	¿Qué se puede hacer? ¿Cómo se puede? ¿Qué medidas se deberían tomar para?	¿Qué debes hacer con un alimento caducado?

TIPOS DE PREGUNTAS		
CATEGORÍA	**FORMA DE LA PREGUNTA**	**EJEMPLO**
Evaluación, opinión, aplicación	¿Qué piensas, opinas? ¿Qué es para ti más importante? ¿Qué hacer? ¿Cómo se puede resolver? ¿Qué consecuencias? ¿Podría ser? ¿Qué pasaría si...?	¿Crees que tu dieta es equilibrada?
Declarativa	¿Cuánto es más...que? ¿En qué fecha...? ¿Cuál es...? ¿ Cuántas...?	¿Cuáles de estos alimentos son de origen animal?
Introducción	¿Cómo? ¿Dónde? ¿Qué? ¿Cuántos? ¿Qué pasa? ¿Cómo ocurre? ¿Por qué? ¿Debido qué? ¿Cómo es que...? ¿Cómo se puede saber...? ¿Cómo lo saben? ¿Cómo se hace? ¿Qué se puede deducir de los datos? ¿Por qué se toman estas medidas y no otras? ¿Por qué se comparan estos datos?	¿Qué alimentos reconoces en esta imagen?

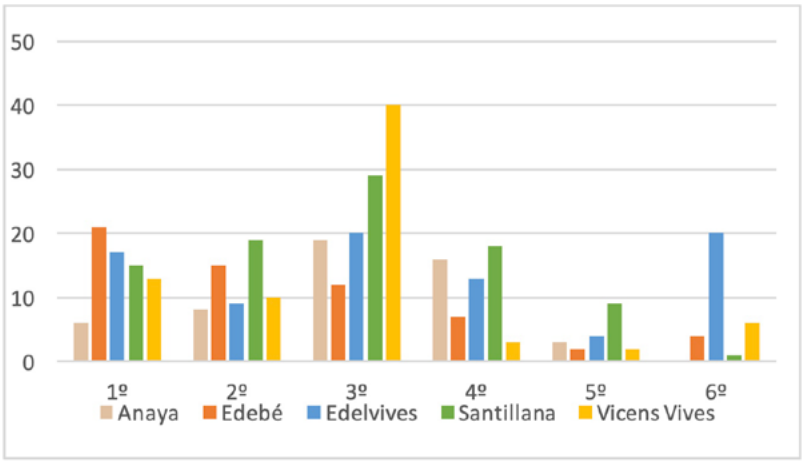
Una vez recopiladas todas las categorías, se ha realizado el análisis de contenido con el que se han extraído y clasificado todas las preguntas planteadas por las distintas editoriales estudiadas en cada curso.

A continuación, los resultados obtenidos se han cuantificado para conocer el número total de preguntas planteadas por las editoriales en los distintos cursos académicos, así como el número de preguntas totales que aparecen de cada categoría, el número de preguntas que hace cada editorial de cada categoría y el número de preguntas que aparecen en cada curso de cada categoría. Hay que tener en cuenta que el número de preguntas es un dato orientativo ya que depende claramente de la existencia de contenidos sobre alimentación y nutrición y esos libros.

RESULTADOS

El análisis de contenido ha permitido identificar un total de 361 preguntas explícitas que han aparecido en las cinco colecciones completas de libros de texto. La editorial que más preguntas plantea entre todos los cursos es la editorial 4 con un total de 91 preguntas, mientras que la editorial 1, con un total de 52 preguntas, es la editorial que menos pregunta manifiesta.

Figura 1. Número de preguntas planteadas por las editoriales en cada curso académico



La gran cantidad y diversidad de contenidos sobre alimentación y nutrición que abordan los libros de texto en los tres primeros cursos de la etapa se refleja en el elevado número de preguntas que plantean las editoriales en estos cursos, especialmente en 3º de Primaria (figura 1). Las editoriales 2, 4 y 5 son las que más preguntas muestran en cada uno con un total de 21,19 y 40 preguntas respectivamente, mientras que la editorial 1, especialmente en 1º y 2º de Primaria, es la que menor número de preguntas muestra en estos tres cursos. Hay que destacar el elevado número de preguntas planteadas en el libro de 3º de Primaria de Educación Primaria de la editorial 5, con el máximo absoluto en todo el estudio (n=40). De la misma manera, debido a la escasa aparición de estos contenidos en los tres cursos restantes, el número de preguntas que incluyen cada una de las editoriales se ve claramente reducido, especialmente en 5º de Primaria, e incluso desaparecen, como es el caso de la editorial 1 en 6º de Primaria. En este caso, también destaca el elevado número de preguntas planteadas por la editorial 3 en 6º de Primaria.

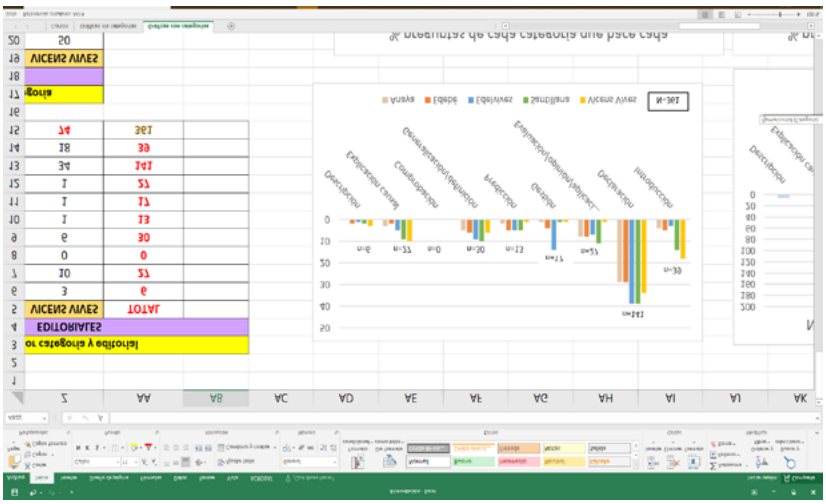


Figura 2. Número de preguntas que aparecen de cada categoría en las editoriales estudiadas

En cuanto a las categorías de preguntas que aparecen en las editoriales estudiadas (figura 2), la categoría "declaración" es la más abordada por todas editoriales con un total de 141 preguntas. Por el contrario, la categoría "comprobación" está ausente en todas las editoriales y la categoría "descripción" es la que menos se plantea (un total de 6 preguntas) llegando a omitirse en la editorial 1.

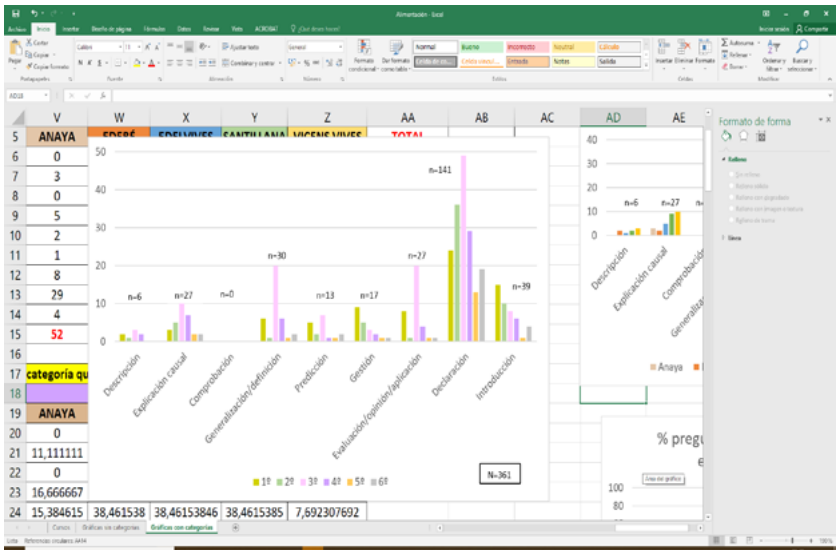


Figura 3. Número de preguntas que aparecen de cada categoría en cada curso

En la figura 3 destaca la gran cantidad de preguntas de la categoría "declaración" que se plantean en todos los cursos, especialmente en 3º de Primaria. Además, categorías que podrían relacionarse con niveles posteriores del desarrollo cognitivo del alumnado como "explicación causal" y "evaluación, opinión, aplicación" aumentan hasta 3º de Primaria y se reducen en los cursos posteriores como consecuencia de los escasos contenidos sobre alimentación y nutrición que muestran los libros de texto en estos niveles. De la misma manera, las categorías "gestión" e "introducción" se reducen gradualmente a lo largo de toda la etapa y la categoría "descripción" incluso desaparece en 5º y 6º de Primaria.

A pesar de la amplia variedad de preguntas planteadas por todas las editoriales, algunas se repiten en uno o varios cursos. Este es el caso de las preguntas *¿qué sueles desayunar?*, formulada en 2º de Primaria por las editoriales 3 y 4; *¿qué comemos?*, planteada en 1º, 2º y 3º de Primaria por las editoriales 3, 1 y 5 respectivamente; *¿por qué crees que el desayuno es una comida muy importante?*, planteada por la editorial 4 en 4º y 5º de Primaria; *¿qué es la salud?*, planteada en 3º, 4º y 5º Primaria por las editoriales 3, 4 y 2 respectivamente; y *¿es lo mismo alimento que nutriente?*, planteada en 3º y 5º Primaria por las editoriales 3 y 4 respectivamente.

Finalmente, hay que señalar la formulación de preguntas acerca de la importancia del desayuno en todos los cursos, aunque no necesariamente por todas las editoriales. Por ejemplo, en 3º de Primaria son las editoriales 2 y 5 las que formulan estas preguntas mientras que en el resto de cursos lo hacen las editoriales 3 y 4.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

El análisis realizado ha permitido identificar hasta 361 preguntas sobre alimentación y nutrición que aparecen en las cinco colecciones completas de los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de Educación Primaria del periodo 2014-2018.

Teniendo en cuenta la distribución de contenidos sobre alimentación y nutrición en los libros de texto a lo largo de toda la etapa, no es sorprendente que se observe una importante reducción en el número de preguntas que se formulan conforme avanzan los cursos académicos. Así, en los tres primeros cursos y, especialmente en 3º de Primaria, aparece el mayor número de preguntas dada la gran cantidad y diversidad de contenidos sobre alimentación y nutrición que abordan los libros de texto en estos cursos. Por el contrario, como consecuencia de los escasos contenidos sobre alimentación y nutrición que suelen mostrar en los cursos restantes (especialmente 5º de Primaria) el número de preguntas planteadas sufre un acusado descenso.

Además, haciendo una comparación con los contenidos sobre alimentación y nutrición prescritos en el currículo de Educación Primaria (BOA, Resolución de 12 de abril), los resultados de este análisis parecen indicar que no siempre son abordados en las preguntas que aparecen en los cursos indicados. Muchos de los contenidos que si aparecen formulados como preguntas lo hacen en cursos académicos a los que no corresponden de acuerdo al currículo de Educación Primaria. De esta manera, los contenidos sobre nutrición que prescribe el currículo en los tres primeros cursos de la etapa no son planteados como preguntas por ninguna de las editoriales y, sin embargo, aparecen contenidos correspondientes a cursos posteriores como menú saludable, etiquetado, nutrientes y rueda de los alimentos, entre otros. Esta situación se repite en el resto de cursos académicos, quedando claramente reflejada en 6º de Primaria, curso en el que a pesar de la amplia variedad de contenidos sobre alimentación y nutrición que se deberían tratar, algún libro de texto ni siquiera muestra estos contenidos y las preguntas que aparecen en el resto tan solo hacen referencia a la dieta y los hábitos saludables.

En cuanto al tipo de preguntas que formulan las distintas editoriales, resulta llamativo el elevado número que se plantean de la categoría "declaración" siendo que este tipo de preguntas apenas favorecen la construcción del conocimiento y, además, para responderlas tan solo se requieren bajas habilidades de pensamiento al tener que recordar únicamente términos o ideas establecidas (Odom y Bell 2011). Sin embargo, preguntas que conducen al conocimiento científico y al desarrollo del pensamiento crítico como las de tipo "descripción", "ex-

plicación causal", "comprobación", "generalización", "predicción", "gestión" y "evaluación, opinión, aplicación" son escasamente abordadas por las editoriales, llegando incluso a desaparecer como ocurre con la categoría "comprobación". Este resultado es contradictorio con el concepto actual que tenemos de la competencia científica, la cual según la OCDE-PISA (2006) hace referencia a la capacidad de identificar preguntas que puedan ser investigadas científicamente en una situación dada y de detectar los términos clave para buscar información científica sobre un determinado tema (Sanmartí y Márquez 2012; Roca 2005).

Por otro lado, teniendo en cuenta los numerosos proyectos escolares y sanitarios que se han elaborado tanto a nivel nacional como autonómico sobre la importancia del desayuno saludable, no es de extrañar la especial importancia que otorgan las distintas editoriales analizadas a este contenido y que sea abordado a lo largo de toda la etapa por varias de ellas.

En conclusión, dada la importancia que tienen los libros de texto para gran parte del profesorado y que la calidad de las preguntas formuladas determina muchos de los conocimientos que el alumnado llega a adquirir, resulta necesaria la revisión de las preguntas que se formulan en los mismos sobre alimentación y nutrición para garantizar una Educación Alimentaria efectiva y que permita desarrollar el pensamiento crítico frente a la influencia ejercida por la sociedad y los medios de comunicación en el ámbito de la salud y la alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

Bizzio M. A., Pereira R. A., Nuñez G. I. y Morales L. M. (2015). Aprendiendo a seleccionar alimentos en el recreo escolar. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 79, 73-78.

Cabello, A., España, E. y Blanco, A. (2016). *La competencia en alimentación*. Barcelona. España. Editorial Octaedro.

Cubero J., Cañada F., Costillo E., Franco L., Calderón A., Santos A. L., Pádez C. y Ruiz C. (2012). La alimentación preescolar, educación para la salud de los 2 a los 6 años. *Enfermería Global*, 11 (3), 337-345. https://doi.org/10.4321/S1695-61412012000300018

Cubero J., Franco-Reynolds L., Calderón M. A., Caro B., Rodrigo M. y Ruiz C. (2017). El desayuno escolar; una intervención educativa en alimentación y nutrición saludable. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 32 (1), 171-182. https://doi.org/10.7203/DCES.32.4546

Cubero Juánez J., Guerra M., Costillo Borrego E., Pozo E. y Ruiz Macías C. (2013). Análisis del desayuno en una población de escolares del 3º ciclo de Primaria; un recurso didáctico en Educación para la Salud. *Campo abierto: Revista de educación*, 32 (2), 145-153.

De Rivera, C., Girolametto, L., Greenberg, J. y Weitzman, E. (2005). Children's responses to educators' questions in day care play groups. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 14, 14-26.

Eslava de aja, L. y Eslava J. (2000). La pregunta oral y escrita como factor de interacción maestro-alumno en el aula. *Revista de educación en Ciencias*,1(2), 81-86.

García Barros S., Martínez Losada C. y Rivadulla J. C. (2010). La percepción medioambiental del profesorado de primaria en el tema de la nutrición humana. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de la ciencia*, 7, 286-296. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2010.v7.iextra.11

González García, J. (2007). Debates en el aula preescolar a partir de cuentos: Estudio comparado en España y México. *Perfiles educativos*, 29 (118), 54-78.

Harrison A. G. (2001) How do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31, 401-435. https://doi.org/10.1023/A:1013120312331

López-Valentín D. M. y Guerra-Ramos M. T. (2012) Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para Educación Primaria utilizadas en México. *Enseñanza de las Cien-*

cias, 31 (2), 173-191. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.815

Martínez Bonafé J. y Rodríguez Rodríguez J. (2010) El curriculum y el libro de texto escolar. Una dialéctica siempre abierta, pp. 246-268 en J. Gimeno Sacristán (comp.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum*. Madrid: Morata

Márquez, C. y Roca, M. (2004). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencia. *Revista Educación y Pedagogía*, 18 (45), 63-71.

Núñez F. y Banet E. (2000) Aprender sobre la alimentación para desarrollar hábitos y actitudes saludables en el alumnado de primaria. *Aula de Innovación Educativa*, 92, 9-14.

Núñez, F. y Banet, E. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. *International Journal of Science Education*, 19(5), 509-526.

Polanco, A. (2004). La pregunta pedagógica en el nivel inicial. *Revista electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 4 (2), 1-12. DOI 10.15517/AIE.V4I2.9082

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 1 de marzo de 2014, núm. 52, pp.19349-19420.

Resolución de 12 de abril de 2016, por la que se ofrecen orientaciones sobre los perfiles competenciales de las áreas de conocimiento y los perfiles de las competencias clave por cursos. *Boletín Oficial de Aragón*. Zaragoza, 12 de abril de 2016.

Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (1), 95-114.

Roca, M. (2007). *Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Wells, G. (2002). The Role of Dialogue in Activity Theory. *Mind. Culture and Activity*, 9, 43-66.

CF.22 La competencia científica en actividades de repositorios digitales sobre los seres vivos

Juan Carlos Rivadulla-López, Yolanda Golías Pérez, María-Jesús Fuentes-Silveira

Departamento de Pedagoxía e Didáctica. Universidade da Coruña. juan.rivadulla@udc.es

RESUMEN

En este trabajo se estudia la temática abordada en distintas actividades de recursos digitales sobre los seres vivos, el material necesario para su desarrollo, su grado de contextualización y las habilidades que se trabajan para desarrollar la competencia científica. Concretamente se analizan 325 actividades dirigidas a 5º/6º de Educación Primaria, extraídas de repositorios digitales de Andalucía, La Rioja pero sobre todo Galicia. Los resultados muestran que la enseñanza de los seres vivos se centra en sus funciones vitales y en su clasificación, sin emplear material adicional para su desarrollo, su contexto es académico y las habilidades más trabajadas son las cognitivas básicas. Esto hace ver que la mayor parte de las actividades incluidas en los recursos analizados no difieren mucho de las actividades de los libros de texto tradicionales.

Palabras clave: Competencia científica; Educación Primaria; Actividades; TIC; Ser vivo.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la competencia científica es clave en la formación de los jóvenes, que deberán enfrentarse a situaciones y problemas del mundo globalizado y tecnológicamente avanzado en el que viven (Pedrinaci, 2012). En este sentido, el último informe PISA (OECD, 2016) define la competencia científica como la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo. Este desarrollo conlleva la adquisición de conocimientos, habilidades o actitudes (OECD, 2002), es

decir, competencias específicas que requiere la alfabetización científica: explicar fenómenos científicamente; Evaluar y diseñar investigaciones científicas; Interpretar hechos y evidencias científicamente (OECD, 2016). Además, es habitual que se fomenten otras habilidades cognitivas básicas que se relacionan con la adquisición de los contenidos concretos- identificar características, comparar,…-.

El desarrollo de la competencia científica depende de cómo la promueven los docentes en las aulas (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015; Lupión-Cobos, López-Castilla y Blanco-López, 2017) y de la calidad de los materiales que ellos emplean. En este sentido, aunque los textos escolares son los materiales más empleados por el profesorado (Rivadulla, García y Martínez, 2017; Yun y Park, 2018), durante las últimas décadas, con la entrada de las nuevas tecnologías en la educación, se generó una amplia y heterogénea gama de materiales educativos (tanto elaborados por empresas comerciales como por los propios docentes (Moreira, 2003)). Además, es preciso señalar que las prácticas educativas están siendo revolucionadas por la inmensa cantidad de recursos y materiales digitales que existen en la red, pero esto exige que los docentes sepan si esos recursos cumplen o no ciertos requisitos de cara al aprendizaje del alumnado (Cárdenas, Zermeño y Tijerina, 2013).

Por otra parte, la investigación ha destacado la importancia de aplicar las diferentes capacidades en contextos y situaciones variadas (Pro Bueno, 2013; Rodríguez Moreno, De Pro Bueno y Molina Jaén, 2018). En esta línea, se recomienda seleccionar situaciones del mundo real que resulten próximas y relevantes al alumnado (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011), como puede ser el modelo de ser vivo, que es el que se utilizará en este trabajo. En este sentido, el modelo de ser vivo es considerado como un modelo fundamental en el campo de la Biología que debiera ser enseñado en el aula tanto de Educación Primaria como de otros niveles educativos (De las Heras y Jiménez, 2011).

El estudio de los seres vivos lleva vinculado el desarrollo de la llamada competencia científica. Su aprendizaje debe partir de contextos diversos, yendo de los más próximos para el alumnado hasta los más lejanos para ellos, pero siempre interconectando las funciones de nutrición, reproducción y relación con el medio (Pujol, 2003). Además, su estudio debe estar vinculado al desarrollo de habilidades investigativas y al desarrollo de ciertas actitudes específicas. Así, la observación, el registro de datos para apreciar regularidades, las pequeñas indagaciones, etc. permiten al alumnado incrementar sus experiencias (Cañal, 2006). Finalmente, el estudio de los seres vivos demanda y desarrolla actitudes de curiosidad; respeto y sensibilidad por el mundo vivo; actitudes de respeto por el medio ambiente (reflexión sobre acciones como la sobreexplotación, la destrucción de hábitats...); actitudes de valoración de la relación de los seres vivos y el ser humano; actitudes de superación de las ideas "maniqueístas" en animales prototípicos; y actitudes de valoración de la biodiversidad en la naturaleza.

Así, este trabajo pretende averiguar en qué medida los recursos didácticos que se encuentran en internet dirigidos a Educación Primaria (tanto de índole institucional como creados por docentes) promueven la adquisición de la competencia científica de los escolares. El análisis se centra en las actividades que proponen dichas páginas web ya que la competencia científica se demuestra en la acción (Sanmartí y Márquez, 2017).

METODOLOGÍA

Se analizaron 325 actividades sobre seres vivos dirigidas a 5º/6º curso de Educación Primaria pertenecientes a 17 páginas web de Galicia (12 páginas web y 259 actividades), Andalucía (3 páginas web y 34 actividades) y La Rioja (2 páginas web y 32 actividades), siendo mayoritarias las de la primera Comunidad Autónoma. Para la elección de estas páginas web se tuvieron en cuenta los repositorios institucionales de las Comunidades Autónomas indicadas anteriormente, que las actividades estuviesen centradas en la enseñanza de los seres vivos y que estuviesen dirigidas a los últimos cursos de la Educación Primaria.

En el análisis de las actividades se atendió, en primer lugar, a su caracterización, considerando:

a. el tema tratado en relación a los seres vivos ("seres vivos en general" –clasificación, características, interacción con el medio/adaptación e interacción entre sí/adaptación-; "funciones de los seres vivos" –nutrición, relación, reproducción-; y "ecosistemas" –concepto / componentes y tipos-).

b. el material necesario para desarrollar las actividades ("con empleo de material" –visualizar vídeos, imágenes y leer textos- y "sin empleo de material" –unir con flechas, construir palabras, construir frases más amplias y clicar en palabras o dibujos-).

c. el contexto ("cotidiano", "medio ambiente" y "académico").

En segundo lugar se analizaron las habilidades basadas en la competencia científica que promueven las actividades. Para ello, se elaboró un dossier en el que se contemplan cuatro tipos de habilidades, teniendo en cuenta lo indicado en la introducción. Tres de ellas (2, 3 y 4) están relacionadas con la competencia científica (OECD, 2016), y otra está relacionada con habilidades cognitivas básicas (1). En cada una de ellas se establecieron las correspondientes subcategorías:

- Tipo 1: habilidades cognitivas básicas (identificar características, establecer relaciones, comparar y definir o conceptualizar qué es).
- Tipo 2: habilidades relativas al uso del conocimiento en situaciones concretas (describir qué pasa, explicar fenómenos científicamente y justificar teóricamente por qué sucede).
- Tipo 3: habilidades relacionadas la evaluación y diseño de investigaciones científicas (observar, buscar información en diferentes fuentes, plantear hipótesis y diseñar estrategias, realizar experiencias para obtener datos)
- Tipo 4: habilidades asociadas a la interpretación de datos y evidencias científicamente (analizar datos, obtener conclusiones basadas en pruebas, argumentar a favor o en contra de las mismas).

RESULTADOS

En cuanto a la temática que abordan las actividades analizadas (figura 1), la mayor parte de ellas se refieren a aspectos relacionados con los seres vivos (157 actividades) y a sus funciones (137). En menor medida, otras actividades (36) se refieren a los ecosistemas. Concretamente, respecto a los seres vivos, las actividades se centran sobre todo en abordar sus características (38,9) y su clasificación (sobre todo en reinos) (29,9%) sin contemplarse el contexto evolutivo, siendo la adaptación de los seres vivos menos tratada. En relación a las funciones, las actividades las trabajan mayoritariamente de forma individualizada (35,8% de reproducción, 28,5% de nutrición y 27% de relación) mientras que de forma agrupada solo lo hacen el 8,8%. En cuanto a los ecosistemas, la mayoría se centra en su concepto y en identificar sus componentes (58,3%), aunque también abordan los tipos de ecosistemas (47,2%).

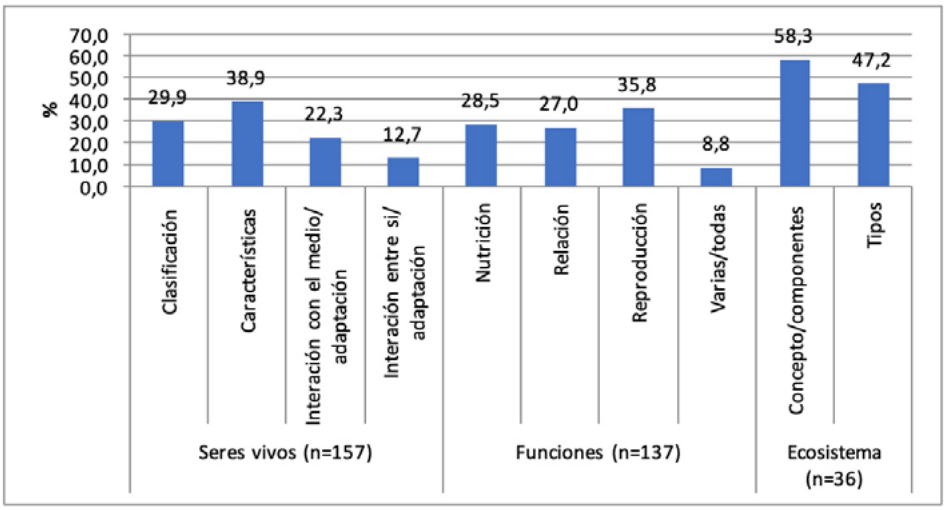


Figura 1. Caracterización de las actividades en cuanto a la temática abordada

Por otra parte, en relación a los materiales necesarios para la realización de las actividades (figura 2), la mayoría de ellas (322) no requieren de ningún tipo de material, ya que se centran sobre todo en que el alumnado haga un simple click en alguna palabra o dibujo para resolver la actividad (46,3%), en construir una palabra (28,6%) y en unir con flechas (23%). Muy pocas son las actividades que requieren de algún tipo de material (56), siendo las más destacadas entre ellas las de visualizar imágenes (71,4%).

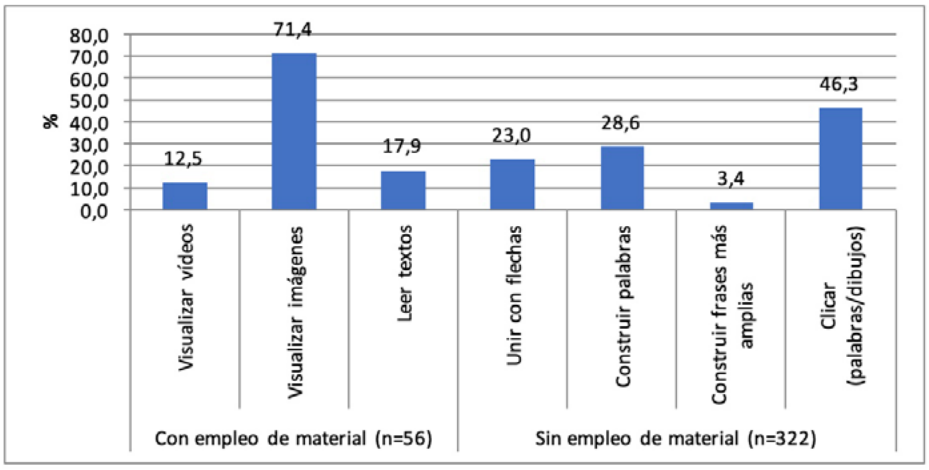


Figura 2. Caracterización de las actividades en cuanto al material necesario para su desarrollo

En cuanto al contexto en el que se enmarcan las actividades (figura 3), el académico es el mayoritario (66,8%), en detrimento de otros como el cotidiano (18,5%) y el de medio ambiente (14,8%).

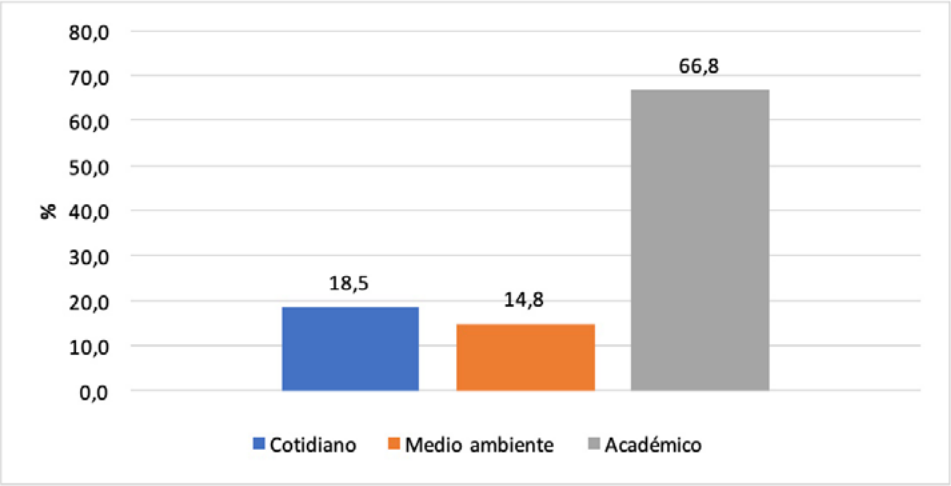


Figura 3. Caracterización de las actividades según el contexto en el que se desarrollan

Los resultados muestran que en las actividades analizadas priman las habilidades de tipo 1 (89,8%), siendo las de tipo 2 (12,9%) y 3 (14,5%) trabajadas en menor medida (tabla 1). Las habilidades de tipo 4 tienen una presencia residual en las actividades (2,8%). Más concretamente, dentro de las habilidades del tipo 1, la identificación de características es la más frecuente (44,6%), seguido del establecimiento de relaciones (24,9%) y la definición (21,8%). En lo que respecta a las habilidades de tipo 2, la descripción (6,8%) y la explicación (4,3%) son las más trabajadas. Dentro de las habilidades de tipo 3, se prima sobre todo la búsqueda de información (6,5%) y la observación (6,2%). En relación a las habilidades de tipo 4, la recogida de datos (2,8%) y la elaboración de conclusiones (2,8%) son las únicas trabajadas.

Tabla 1. Tipos de habilidades que se trabajan en las actividades

HABILIDADES		RESULTADOS (N=325)	
Tipo 1	Identificar características	145 (44,6%)	292 (89,8%)
	Establecer relaciones	81 (24,9%)	
	Clasificar	6 (1,8%)	
	Comparar	5 (1,5%)	
	Definir	71 (21,8%)	
	Ordenar	18 (5,5%)	
Tipo 2	Describir	22 (6,8%)	42 (12,9%)
	Explicar	14 (4,3%)	
	Interpretar esquemas	4 (1,2%)	
Tipo 3	Observar	20 (6,2%)	47 (14,5%)
	Buscar información	21 (6,5%)	
	Indagar sobre algo	6 (1,8%)	
	Manipular	2 (0,6%)	

HABILIDADES		RESULTADOS (N=325)	
Tipo 4	Recoger datos	9 (2,8%)	9 (2,8%)
	Elaborar conclusiones	9 (2,8%)	

Analizando cada actividad individualmente (figura 4), se observa que la mayoría de ellas solo trabajan con un tipo de habilidad (82,5%) y en menor medida son los que estudian dos tipos (15,1%). De forma residual, un 2,5% trabaja 3 tipos de habilidades. Cabe destacar que ninguna actividad trabaja de forma global cuatro tipos de habilidades.

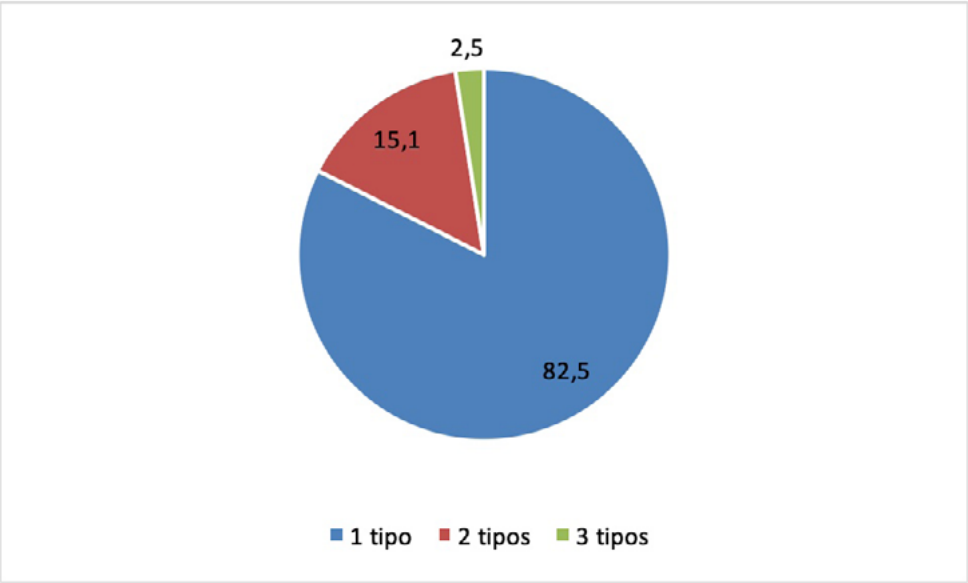


Figura 4. Número de actividades donde se trabajan una o más tipos de habilidades

CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de las actividades de diferentes recursos web, respecto al tratamiento de la temática de los seres vivos se puede destacar que la clasificación de los seres vivos, especialmente en reinos, sin un pequeño contexto evolutivo está presente en un gran número de actividades, aportando así la idea de que son diversos y que es importante esta idea para una construcción correcta del conocimiento sobre ellos. Además, también se observa que la idea de que un ser posee vida se basa en que realizan las tres funciones vitales (nutrición, reproducción y relación), haciendo poca referencia a que los seres vivos realizan este tipo de funciones en directa relación con su medio. En este sentido, cabe destacar que el medio es un aspecto fundamental para la comprensión completa del concepto de ser vivo, ya que le permite ver al alumnado que los seres vivos interaccionan con él y lo cambian, además de estar adaptados a él y relacionándose entre sí (Pujol, 2003).

La caracterización de las actividades analizadas de internet refleja que la mayoría de ellas no necesita de más material (ya sea de la propia web o externo) para su desarrollo. Además, no suelen tener muy en cuenta la contextualización en la vida de los estudiantes (Pro Bueno, 2013; Rodríguez Moreno et al., 2018).

Por otra parte, con respecto a las habilidades asociadas a la competencia científica que se trabajan en las actividades sobre los seres vivos, se suelen priorizar las de menor nivel cognitivo. Así, las habilidades cognitivas básicas (tipo 1) relacionadas con el aprendizaje de hechos y conceptos científicos sobre los seres vivos son las

más trabajadas, seguidas de las relacionadas con la evaluación y diseño de investigaciones científicas (tipo 3) y de las habilidades relativas al uso del conocimiento en situaciones concretas (tipo 2). Esta escasa indagación y resolución de verdaderos problemas en las actividades de ciencias ya fue denunciado por otros autores (Urones, Escobar y Vacas, 2013), lo cual impide al alumnado incrementar sus experiencias sobre conocimientos acerca de los seres vivos (Cañal, 2006). Esto hace ver que la mayor parte de las actividades incluidas en los recursos analizados no difieren mucho de las actividades de los libros de texto tradicionales, donde la finalidad suele ser aclarar y verificar la teoría que se explicó anteriormente. Esto contrasta con la perspectiva constructivista, la que se basa en que aprender ciencias no solo puede centrarse en dominar conceptos, sino que también hay que dominar procedimientos o habilidades metodológicas, haciéndose así importante la aportación de la indagación al aula (Martínez Losada y García Barros, 2003).

Todo esto, pone de manifiesto la resistencia que existe a cambiar el modelo de enseñanza tradicional y el planteamiento de actividades que abarca. La red les ofrece a los docentes diversas tipologías de actividades, pero no todas ellas desarrollan la competencia científica en el alumnado. Así, aunque sería necesario ampliar el estudio a un número mayor de páginas web, con lo expuesto se puede extraer que las TIC lo que hacen simplemente es cambiar el formato de la actividad y no el tipo ni el tratamiento de ésta.

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2016-79563-R (FEDER/Ministerio de Economía Industria y Competitividad y AGI)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco-López, A., España-Ramos, E., González-García, F. J. y Franco-Mariscal, A.J. (2015). Key Aspects of Scienti fic Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching* 52 (2): 164–198.

Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, *33*, 5-9.

Cárdenas, I. R., Zermeño, M. G. G., y Tijerina, R. F. A. (2013). Tecnologías educativas y estrategias didácticas: criterios de selección. *Revista educación y tecnología*, *3*, 190-206.

De las Heras, M. A. y Jiménez, R. (2011). Experiencias investigadores para el estudio de los seres vivos en primaria. *Investigación en la escuela*, *74*, 35-44.

Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R. y Blanco-López, Á. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through contextbased teaching? A case study. *International Journal of Science Education*, *39*(7), 937-963.

Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares: ¿qué objetivo persiguen?, ¿qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, *21* (2), pp. 243-264.

Moreira, M. A. (2003). De los webs educativos al material didáctico web. *Revista comunicación y pedagogía*, *188*, 32-38.

OECD (2002). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo)*. Online: http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529556.pdf

OECD (2016). PISA 2015 *Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. París: PISA OECD Publishing. Online: https://bit.ly/2F5pjge

Pedrinaci, E. (coord.) (2012). *11 Ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

Pro Bueno, A. (2013). Ensenar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique*, *73*, 69-76.

Pujol, R. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

Rivadulla, J.C., García, S. y Martínez, C. (2017). Qué enseña y evalúa sobre nutrición humana un grupo de profesores españoles y portugueses de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(3), 69-87.

Rodríguez Moreno, J., De Pro Bueno, A. y Molina Jaen, M.D. (2018). Opinión de los docentes sobre el tratamiento de las competencias en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 18* (3), 3102 http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3102

Sanmartí, N. Burgoa, B y Nuño, T (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique*, *67*, 62-69.

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Urones, C., Escobar, B., y Vacas, J. M. (2013). Las plantas en los libros de Conocimiento del Medio de 2º ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *10*(3), 328-352.

Yun, E. y Park, Y. (2018). Extraction of scientific semantic networks from science textbooks and comparison with science teachers' spoken language by text network analysis. *International Journal of Science Education*, *40* (7), 2118-2136.

CF.23 Estudiamos la presión atmosférica en 1ºESO

María-Jesús Fuentes-Silveira, Yolanda Golías Pérez, Isabel Quirós Rodríguez

Departamento de Pedagoxía e Didáctica. Universidade da Coruña.m.j.fuentes@udc.es

RESUMEN

El desarrollo de la competencia científica es necesario para la construcción de un conocimiento científico que permita la resolución de problemas. Este trabajo tiene como objetivo el diseño, la puesta en práctica y la evaluación de una actividad práctica dirigida al estudio de la presión atmosférica. Para su diseño nos basamos en la secuencia tipo POE (predicción, observación y explicación) y se realiza con 85 estudiantes de 1ºESO. Se analizaron la adecuación de sus representaciones y respuestas. Analizando sus producciones observamos que la mayoría del alumnado fue capaz de realizar representaciones adecuadas de las partículas de aire aunque tuvo problemas con el estado sólido y proporcionaron interpretaciones coherentes (más descriptivas que interpretativas). Concluimos que la actividad práctica es eficiente y tiene un gran potencial educativo proporcionando además sugerencias de mejora.

Palabras clave: aire; presión atmosférica; práctica de laboratorio; ESO.

INTRODUCCIÓN

Se tiende a considerar el conocimiento científico como unos contenidos abstractos que los propios estudiantes perciben como irrelevantes, difíciles (Rocard, 2007) y sin ningún tipo de aplicación práctica. En los últimos años ha entrado en escena el enfoque competencial, concretamente, la competencia científica cuyo desarrollo facilita al alumnado la integración de aprendizajes para lograr la realización de actividades, la toma de decisiones y la resolución de problemas en diversas situaciones.

En este trabajo con el fin de desarrollar la competencia científica hemos focalizado la atención en la observación/explicación de hechos/fenómenos relativos al aire y la presión atmosférica. Estos contenidos se trabajan en el primer curso de Educación Secundaria Obligatoria cuando se estudia la atmósfera asociado a su composición, estructura, dinámica y contaminación.

El estudio del aire, concretamente la presión atmosférica, es un tema que puede resultar complejo para el alumnado. En numerosos estudios se emplea el símil histórico para ejemplificar la dificultad del tema. Así, Herschbach (1993) sugiere empezar por los filósofos de la antigüedad cuyo principio era la negación del vacío -*horror vacui*-, esta resistencia al vacío se instauró hasta que Torricelli, discípulo de Galileo, dio otra explicación a la bomba aspirante construida por su maestro, aunque no fue hasta Pascal que realizó pruebas concluyentes con respecto al aire y a la presión atmosférica. Otros estudios (Seré, 1986; Benson, Wittrock y Baur, 1993; Chi, Slotta e De Leeuw, 1994 y Martin Sánchez et al, 2005) ahondan en las dificultades presentadas por los alumnos que perciben el aire como algo inmaterial pues no se ve y no tiene forma definida, no puede ejercer fuerzas, el desplazamiento de fluidos se debe al vacío que los succiona y hace que se desplacen y no a la presión atmosférica, no entienden la teoría cinético molecular, asocian vacío con ausencia de gravedad….

Por otra parte, en un mundo cada vez más globalizado y tecnológico donde las redes sociales (Instagram, Twitter, WhatsApp…) y los juegos virtuales están cada vez más presentes en la realidad de los jóvenes, la frontera entre mundo virtual/mundo real se torna cada vez más difusa. En este sentido se hace necesario la realización de actividades prácticas que se alejen de "lo virtual" entendido como no tangible. Estos trabajos prácticos deben ser formulados en torno a problemas, alejados de orientaciones meramente empiristas (Gil Pérez y Valdés Castro, 1996; De Pinho Alves, 2000; Borges, 2002; Seré, Coelho e Nunes, 2003,) y en tareas basadas en la secuencia–predicción, observación, explicación- denominada tipo POE (White y Gunstone, 1992) pues promueven la emisión de hipótesis, la observación y la interpretación de fenómenos, además en muchos casos no se necesitan demasiados materiales que incluso se pueden llevar al aula.

Basándonos en lo todo lo anterior, nuestro objetivo es diseñar, poner en práctica y evaluar una propuesta de enseñanza dirigida al estudio de la presión atmosférica en 1ºESO empleando una actividad práctica desde la perspectiva de tareas de tipo POE.

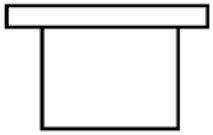
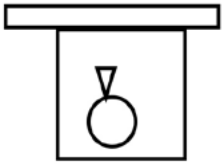
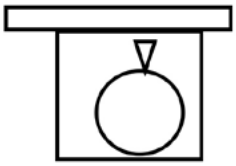
METODOLOGÍA

Se elaboró una práctica de laboratorio con una serie de tareas dirigidas al estudio del aire para una sesión de clase (50 minutos). Para su elaboración nos hemos inspirado en trabajos precedentes similares (García Rodeja y Sesto Varela, 2016; Autores, 2014; García Barros y Martínez Losada, 2013 y Ku y Chen, 2013). En este estudio se presenta, por razones de espacio, la última actividad que consta de dos fases diferenciadas:

"Fase 1": son una serie de tareas tipo POE guiadas por el docente, en la que se pretende que el alumnado experimente con la presión atmosférica y explique los cambios ocurridos cuando se realiza el vacío. Primero se insta a que los estudiantes formulen y escriban individualmente sus hipótesis al contestar a la cuestión "¿Qué creéis que le va a pasar a los siguientes objetos -globo un poco hinchado y atado, una nube y un osito (golosinas)- después de hacer el vacío al recipiente que los contiene?"; a continuación se hace el vacío, los estudiantes observan los cambios en los objetos citados y se les pregunta "¿Ocurrió lo que esperabais que pasara? A continuación responden a las siguientes cuestiones ¿Qué característica tienen los objetos que cambian? ¿Por qué ocurren estos cambios? Por último se realiza una discusión en gran grupo en la que el docente interacciona con el alumnado para conocer sus predicciones y otras contestaciones, haciendo especial hincapié en las respuestas adecuadas relacionadas con las causas de los cambios.

"Fase 2": son dos cuestiones de síntesis en la que el docente no interviene. En la primera se solicita al alumnado una representación con la siguiente cuestión "Imagina que tenemos unas lentes mágicos que nos permiten ver las partículas (como puntitos) de aire y las partículas del osito (golosina), represéntalos como las verías

antes y después de hacer el vacío". En ella se pretende que el alumnado represente la materialidad del aire antes y después de realizar el vacío en un recipiente, primero sin ningún objeto y después con diferentes elementos-globo hinchado, nube (golosina formado por material esponjoso sensible a la presión) y osito (chuchería compuesto por material compacto)-en su interior. En este último caso también deben dibujar las del osito (golosina) Para sus respuestas se les proporciona figuras, tal como se muestra a modo de ejemplo:

	ANTES DEL VACÍO	DESPUÉS DEL VACÍO
1.-Recipiente		
2.-Globo Hinchado		

La segunda cuestión solicita al alumnado la explicación de los cambios ocurridos en los diferentes objetos al hacer el vacío.

Los participantes del estudio fueron 85 estudiantes de 1º curso de Educación Secundaria Obligatoria distribuidos en cuatro grupos de un instituto situado en el área metropolitana de A Coruña. Los diferentes grupos -A, B, C y D- están constituidos por 25, 24, 16 y 20 estudiantes respectivamente, sin diferencias destacables entre los grupos. El alumnado no había tratado en este curso ningún contenido en relación al aire, se parte de los aprendizajes realizados en Primaria. Esta práctica se lleva a cabo durante el estudio de la atmósfera.

Se realiza el análisis de las respuestas de las dos cuestiones de síntesis que cada estudiante respondió individualmente aunque la experiencia se realizó en parejas. Con respecto a la primera cuestión donde el alumnado debe representar tanto las partículas de aire en el recipiente y en los objetos introducidos como las del osito (chuchería) antes y después del vacío, se analizó la adecuación de dicha representación que se expone en los resultados. Las respuestas de la segunda cuestión relacionada con la explicación de los cambios se analizaron estableciendo categorías que se formularon agrupando de forma empírica las respuestas de más a menos adecuadas. El análisis fue discutido por dos autoras del trabajo cuyas discrepancias, que no sobrepasaron el 10%, se consensuaron con la tercera autora.

RESULTADOS

A continuación presentamos los resultados en relación a la primera cuestión de síntesis.

El recipiente con aire y al vacío

Con respeto a la representación de lo que ocurre en un recipiente sin objetos que posteriormente se le hace el vacío, se observa cómo el 96,5% del alumnado representa adecuadamente la primera situación, señalando las partículas de aire en el interior del recipiente antes de practicarle el vacío, el 3,5% restante no dibuja ninguna, siendo todos del grupo D. Después de practicarle el vacío, los estudiantes presentaron más dificultades pues el 76,5% representaron adecuadamente el recipiente sin partículas, frente a un 23,5% que las representó en

el frasco. Se observa que los grupos C y D tuvieron más problemas pues 7 (43,8%) y 8 (40%) escolares respectivamente situaron partículas en el recipiente frente a 2 (12%) y 3 (8,3%) estudiantes de los grupos A y B (ver figura 1).

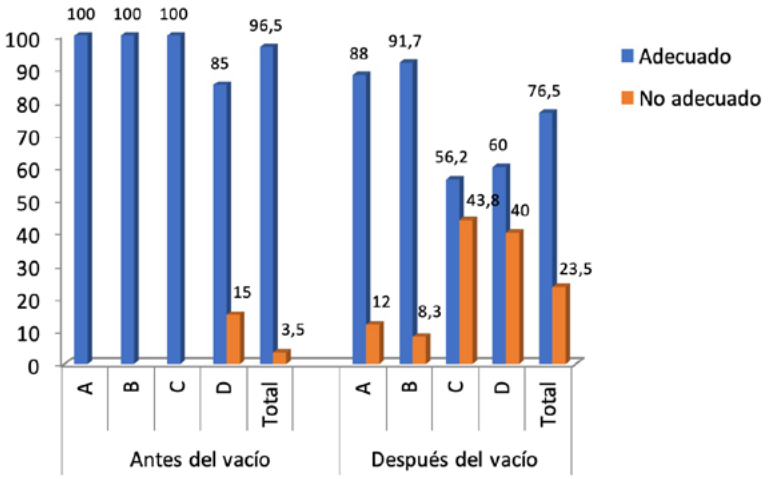


Figura 1. Representaciones del alumnado en relación al recipiente con aire y al realizar el vacío

El recipiente con globo hinchado en su interior antes del después del vacío

Los resultados muestran que antes de practicarle el vacío al recipiente, más de la mitad de los estudiantes representan partículas de aire tanto en el interior del recipiente como en el globo (64,7%), mientras que 30 estudiantes (35,3%) representa partículas de manera inadecuada, 19 de éstos dibuja partículas solo en el globo y el resto (11 escolares) solo en el recipiente. La gran mayoría de los estudiantes de los grupos A y B representan satisfactoriamente mientras que en los grupos C y D más de la mitad lo hacen inadecuadamente. Una vez realizado el vacío en el recipiente el 76,5% representan partículas solo en el globo, mientras que 20 estudiantes (23,5%) lo hacen de manera no satisfactoria, 12 de éstos mantiene la representación inicial con partículas dentro del recipiente y dentro del globo, 4 estudiantes representan solo partículas en el recipiente y los restantes 4 escolares no representan partículas. La mayoría del alumnado de cada grupo representa adecuadamente esta fase (ver figura 2).

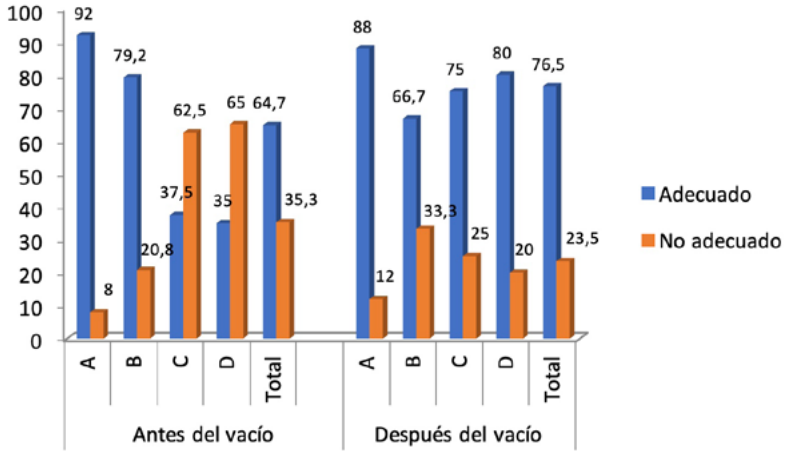


Figura 2. Representaciones del alumnado en relación al recipiente con globo hinchado en su interior

Recipiente con golosina (nube) en el interior antes y después de realizar el vacío

Los resultados muestran que antes de practicarle el vacío al frasco, más de la mitad de los alumnos representan partículas de aire tanto en el interior del recipiente como de la nube (67%), mientras que 28 escolares (33%) representan partículas de forma inadecuada, 22 de ellos solo dibujan partículas en la en la nube y 6 solo en el recipiente. La mayoría de los estudiantes de los grupos A y B lo hacen de manera adecuada mientras que la mitad o más de la mitad del alumnado de los grupos C y D dibujan de manera poco satisfactoria. En la segunda parte, una vez realizado el vacío el 84,7% representa partículas solo en la nube, mientras que una pequeña parte, concretamente 13 estudiantes (15,3%) lo hacen de manera inadecuada, 6 de éstos mantienen la representación inicial, 5 escolares no dibujan partículas y el resto (dos alumnos) señalan partículas dentro del frasco. No se observan diferencias entre los grupos A, C y D pues la mayoría del alumnado lo representa adecuadamente, en cambio el 33,3% de los estudiantes del grupo B lo hace inadecuadamente (ver figura 3).

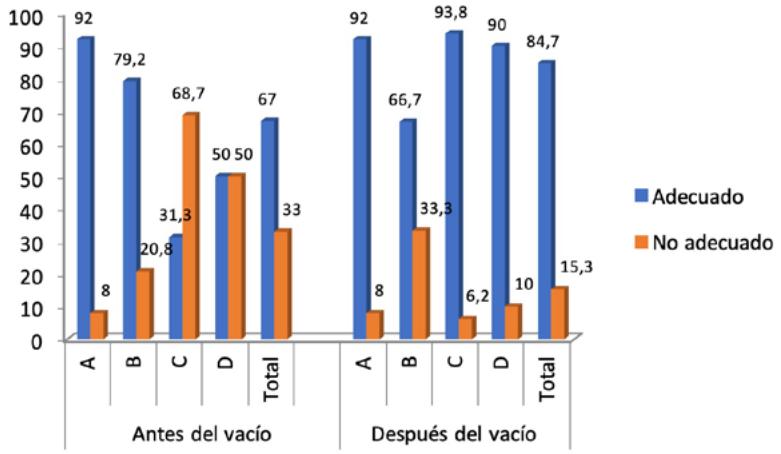


Figura 3. Representaciones del alumnado en relación al recipiente con nube (golosina) en su interior

Recipiente con golosina (osito) con aire y al vacío

Se observa que antes de practicarle el vacío el 27,1% representa de manera satisfactoria la situación, es decir, dibuja partículas tanto en el recipiente como en el osito. 62 estudiantes (72,9%) representan de manera poco adecuada, 44 de ellos se olvida de representar las partículas en el osito haciéndolo solo en el recipiente, 14 escolares dibujan las partículas solo en el osezno y finalmente 4 alumnos no representan partículas. Los grupos A y B lo hacen de manera más adecuada (alrededor del 30%) frente a los grupos C y D con un 12,5 y 20% respectivamente. Después de practicarle el vacío al recipiente, un 36,5% responde representando partículas solo en el osito frente al 63,5%(54 estudiantes) que lo hace de manera poco satisfactoria, de los 54 estudiantes 39 no se acuerda de representar las partículas en el osito, 10 dibujan partículas en el frasco y los últimos 5 las indica tanto en el recipiente como en la golosina. La mitad o casi la mitad de los estudiantes de los grupos A, C y D realizan de manera más satisfactoria la representación frente a los del grupo B con un 12,5% (ver figura 2).

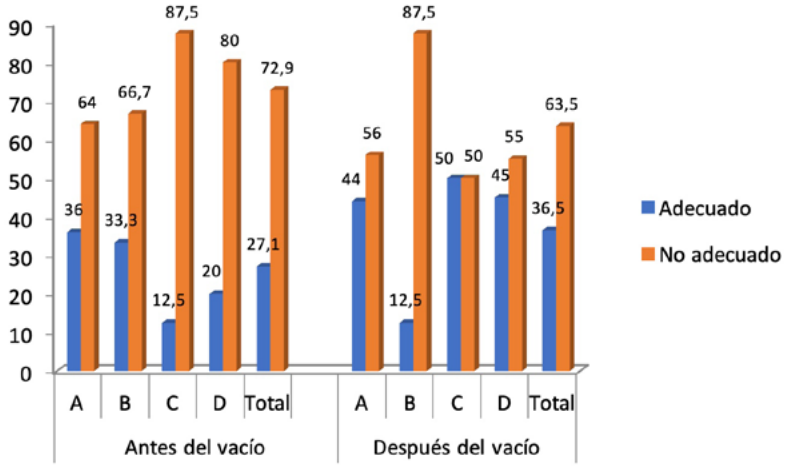


Figura 4. Representaciones del alumnado en relación al recipiente con osito (golosina) en su interior

En síntesis, observamos que la mayoría de los estudiantes no presentan dificultades para representar una de las condiciones por separado en cambio tienen más dificultades para la representación de ambas (antes y después del vacío) en la que más de la mitad del alumnado es capaz de contestar adecuadamente la secuencia completa en todos los casos salvo en la del osito (ver tabla 1). Además, en líneas generales, se observan diferencias significativas entre los grupos de escolares pertenecientes a los grupos C y D con respecto a los otros dos en los casos del globo y la nube en la primera situación -antes del vacío-y en el recipiente sin objetos después de eliminar el aire; el grupo B presenta diferencias con respecto a los demás también en las situaciones del globo y la nube pero en la segunda situación -después del vacío- (ver figuras 1, 2, 3 y 4).

Tabla 1. Representaciones adecuadas de las partículas de aire dadas por el alumnado en relación a las diferentes situaciones realizadas en un recipiente

RECIPIENTE	ANTES DEL VACÍO	DESPUÉS DEL VACÍO	ANTES Y DESPUÉS DEL VACÍO
Sin objetos	96,5%	76,5%	72,9%
Con globo hinchado	64,71%	77,65%	54,1%
Con nube	67%	84,7%	62,3%
Con osito	27,1%	36,5%	15,3%

A continuación se representan los resultados de la segunda cuestión de síntesis.

Las causas por las que el globo y la nube (golosina) se hinchan después de hacer el vacío y no afecta al osito (chuchería)

Para explicar las razones del inflado de los objetos sometidos al vacío (ver tabla 2) la mayoría del alumnado (76,2%) realiza una explicación adecuada, el 45,9% se centra en aspectos más descriptivos como es la expansión de los gases y el restante 30,6% alude a la presión atmosférica. Los estudiantes que argumentaron de manera inadecuada (20%) se centran en aspectos relacionados con los objetos (11,8%), la presión atmosférica mal entendida (5,9%) y con incoherencias (2,3%).

Tabla 2. Argumentos esgrimidos por el alumnado sobre las causas de los cambios en los objetos (globo hinchado y nube –golosina-) al hacer el vacío

CATEGORÍAS	GRUPOS				TOTAL	EJEMPLOS
Justificación	A	B	C	D		
En relación a la presión atmosférica y propiedad de los gases (expansión)	11	7	1	8	26 (30,6%)	*" Al quitar el aire del recipiente el globo y la nube tiene libertad para inflarse" "Porque el aire que tienen dentro al no haber presión se expande"*
Atendiendo a la propiedad de los gases (expansión)	9	13	10	9	39 (45,9%)	"Porque tienen aire y los gases tienden a expandirse" "porque tiene aire dentro"
En relación a la presión atmosférica de manera inadecuada	3	1	1	1	5 (5,9%)	*"...cuando hacemos presión esas partículas se expanden"*
En relación a la propiedad de los objetos-globo y nube- (inadecuada)	1	3	4	1	10 (11,8%)	"Entra aire en el globo y en la nube"
Incoherente	1	-	-	1	2(2,3%)	*"Porque tiene poco aire"*

La gran mayoría de las razones esgrimidas por el alumnado (ver tabla 3) son satisfactorias (89,3%) aunque el 62,3% hacen referencia, como en el apartado anterior, a una descripción de los hechos, el 18,8% atienden al estado de la materia y solo el 8,2% se refieren a la teoría cinético-molecular en sus argumentos. El 10,6% restante argumenta de manera inadecuada bien atendiendo a la porosidad de los objetos (7,1%) o con incoherencias (3,5%).

CATEGORÍAS	GRUPOS				TOTAL	EJEMPLOS
Justificación	A	B	C	D		
En relación a la teoría cinético-molecular	-	6	1	-	7 (8,2%)	"No le afecta porque sus partículas están muy unidas"
Atendiendo al estado de la materia (sólido)	2	6	4	4	16 (18,8%)	"Porque es sólido y no tiene aire"
Atendiendo a las propiedades de los gases (expansión)	21	11	9	12	53 (62,3%)	"Porque no tiene aire no se puede hinchar ya que no hay aire que se expanda"; "no tiene aire dentro"
En relación a la propiedad del objeto-osito- (inadecuada)	2	-	1	3	6 (7,1%)	"No absorbe absolutamente nada"
Incoherente		1	1	1	3 (3,5%)	*"Por el aire que hay alrededor"*

Tabla 3. Argumentos esgrimidos por el alumnado sobre las causas por las que el osito (chuchería) no sufre cambios al hacer el vacío

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En términos generales la actividad práctica es eficiente y tiene un gran potencial educativo pues la mayoría de

los estudiantes fueron capaces de realizar representaciones adecuadas de las partículas de aire en todos los casos y proporcionar interpretaciones/explicaciones coherentes.

Ahora bien, debemos decir que el alumnado presentó dificultades en la representación de las partículas sólidas del osito (golosina) poniendo de manifiesto las dificultades para la comprensión de la teoría cinético-molecular. En esta línea, convendría modificar nuestra actividad añadiendo otros objetos como papel y agua en un recipiente y las chucherías (nube y ositos) como situaciones finales, tratando así de consolidar primero los tres estados de la materia (papel, recipiente con agua y globo hinchado) para ir después a un nivel de más dificultad con la nube y el osito (golosinas).

Con respecto a las explicaciones observamos que aunque son coherentes se centran en aspectos más descriptivos que interpretativos. En este sentido creemos que al ampliar a más situaciones y secuenciadas tal como mencionamos (papel, recipiente con agua, globo hinchado, osito y nube) ayudarán a interpretar más satisfactoriamente los diferentes casos. Además sería recomendable añadir una actividad de aplicación en relación a la presión atmosférica contextualizada en la realidad, como por ejemplo ¿Por qué se hincha el paquete de galletas cuando estáis viajando en un avión?

Por último, tal como se pone de manifiesto en los resultados de este estudio debemos insistir en este tipo de experiencias pues las actividades prácticas son una parte fundamental para la adquisición de la competencia científica (Ciércoles, 2005)

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2016-79563-R (FEDER/Ministerio de Economía Industria y Competitividad y AGI)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benson, D. L., Wittrock, M. C., & Baur, M. E. (1993). Students' preconceptions of the nature of gases. *Journal of research in science teaching*, *30*(6), 587-597.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *19*(3), 291-313. de Pinho Alves Filho, J. (2000). Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno brasileiro de ensino de Física*, *17*(2), 174-188.

Chi, M. T., Slotta, J. D., y De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, *4*(1), 27-43.

Ciércoles, M. F. R. (2005). Enseñanza de la física y la química en Europa: análisis comparativo de los sistemas educativos. Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos, 15.

De Pinho Alves Filho, J. (2000). Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno brasileiro de ensino de Física*, *17*(2), 174-188.

García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2013). *Inmersos en el aire miramos al cielo*. Barcelona. Graó

García-Rodeja, I.; Sesto Varela, V. (2016) ¿Por qué sube el agua? Un estudio comparativo del desempeño en el uso de pruebas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13* (2), 2015-229. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18285

Herschbach, D. R. (1993). Paradigms in research and parables in teaching. *Journal of chemical education*, *70*(5), 391.

Ku, B. H. y Chen, C. S. (2013). The Jar Magic – Instrumental Activities for Teaching Air Pressure.*ThePhysicsTeacher*, *51*(9), 557-559. DOI: https://doi.org/10.1119/1.4830074

Martín-Sánchez, M.; Martín-Sánchez, M.T.; Morcillo, J.G.; Salgado, G.; Silva, R. y Navarrete, J. (2005). Análisis de las dificultades que enfrentan los alumnos en relación a la enseñanza del tema los efectos de la pre-

sión atmosférica. *Educación Química*,*16*, 167-183

Rivadulla, J.C., Fuentes, M. J. (2014). El aire ejerce presión. Algunos fenómenos curiosos. *Aula* (233-234), 23-26.

Rocard, M. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Bruselas.

Séré, M. G., Coelho, S. M., y Nunes, A. D. (2003). O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *20*(1), 30-42.

Seré, M. (1986)."Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching."*European Journal of Science Education*,*8*(4), 413-425.

White, R. Y Gunstonne, R. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.

CF.25 Inteligencias Múltiples y autoeficacia hacia las ciencias: evidencias de su asociación en maestros en formación

Míriam Hernández del Barco, Florentina Cañada Cañada, Jesús Sánchez Martín, Isaac Corbacho Cuello

Facultad de Educación, Avda de Elvas S/N 06006 Badajoz. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. mhdelbarco@unex.es

RESUMEN

Se pretende conocer si existe relación entre los distintos estilos de aprendizaje propuestos por Howard Gardner y la percepción de autoeficacia hacia diferentes contenidos científicos. Se trata de una investigación realizada con 144 maestros de educación primaria en formación. Los datos se han recopilado a través de un cuestionario de elaboración propia. Los resultados indican la existencia de correlaciones entre poseer un perfil de aprendizaje lógico-matemático y visual-espacial y tener una mayor percepción de autoeficacia hacia la física y química. Conocer las inteligencias múltiples del alumnado puede servir como predictor de la autoeficacia hacia la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros. Esto será utilizado como recurso para el diseño de actividades que modifiquen y reviertan las emociones negativas que sienten los maestros en formación hacia las ciencias.

Palabras clave: Aprendizaje de las ciencias, inteligencias múltiples, maestros en formación, autoeficacia.

INTRODUCCIÓN

Es necesaria la existencia de una ciudadanía activa, participativa, consciente y capacitada para dar solución a los futuros desafíos que se presentan en un mundo en constante cambio y progreso científico-tecnológico. La

ciencia que se enseña en la escuela no consigue una alfabetización científica general en los estudiantes y provoca una idea equivocada de lo que es verdaderamente la ciencia y la metodología científica (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2007).

Inicialmente, las investigaciones realizadas en didáctica de las ciencias experimentales estaban enfocadas a aspectos cognitivos; sin embargo, el avance que ha experimentado la disciplina ha exigido la inclusión en las investigaciones de la dimensión afectiva: es imposible separar las emociones del aprendizaje (Mellado et al., 2014).

Las emociones influyen en el conocimiento, pero el conocimiento influye en las emociones; actuar de forma consciente brota de nuestro dominio afectivo. En los escritos sobre afectividad, desde Hume hasta Plutchik, subyace la idea de que la inteligencia está al servicio de las emociones (Marina, 2004)define la inteligencia como "Llamo inteligencia a la capacidad de un sujeto para dirigir su comportamiento, utilizando la información captada, aprendida, elaborada y producida por él mismo" pg 16. Tradicionalmente, los test de inteligencia ha sido medida por capacidades cognitivas básicas, como relacionar, argumentar o percibir, reduciendo de forma equivocada lo que es la inteligencia propiamente (Marina, 2004. En cuanto a la importancia que puede atribuirse a las emociones en el aprendizaje, se sabe que estas ayudan a fijar u obstaculizar los conceptos en la memoria; los episodios que están asociados a alguna emoción son más fáciles de recordar y tienen una mayor duración en la memoria (Mora, 2012). Las emociones influyen en los resultados de aprendizaje de los alumnos (Carmona-Halty et al., 2019).

Las creencias de los estudiantes en su propia capacidad para organizar y ejecutar tareas (su autoeficacia), influye de manera decisiva en su forma de sentir, pensar y actuar: si poseen una alta percepción de sus capacidades, persistirán y estarán más dispuestos a desafiar aquello que piensan que pueden dominar, sin embargo, si dudan sobre sus habilidades, se alejarán de situaciones y actividades que excedan sus aptitudes (Bandura, 2014).

Que los docentes de educación primaria sientan interés y entusiasmo hacia la ciencia es requisito para poder transmitirlo; sin embargo existen estudios que reflejan la preocupación sobre las carencias en la formación científica de los maestros (Oliva & Acevedo, 2005), por tanto, mejorar la competencia científica también pasa por mejorar las emociones de los maestros en formación; en general, no sienten confianza a la hora de enseñar ciencias en el aula y la consideran particularmente difícil de aprender (Gargallo & Bargallö, 2011). Es necesario que dominen el tema para poder sentirse eficaces, es imposible que un docente consiga enseñar algo que desconoce (Mellado, 2017).

Dentro de las líneas de investigación que se proponen en los 29 encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, presentamos este trabajo que ha sido realizado en la Universidad de Extremadura donde se ha querido conocer la existencia de relaciones entre la percepción de la autoeficacia y el perfil de inteligencias múltiples de una muestra de 144 maestros de educación primaria en formación.

Marina (2004)define la inteligencia como "Llamo inteligencia a la capacidad de un sujeto para dirigir su comportamiento, utilizando la información captada, aprendida, elaborada y producida por él mismo" pg 16. Tradicionalmente, los test de inteligencia ha sido medida por capacidades cognitivas básicas, como relacionar, argumentar o percibir, reduciendo de forma equivocada lo que es la inteligencia propiamente (Marina, 2004, define la inteligencia como "capacidad de un sujeto para dirigir su comportamiento, utilizando la información captada, aprendida, elaborada y producida por él mismo", sin embargo, tradicionalmente, los test de inteligencia han medido capacidades cognitivas básicas, como relacionar, argumentar o percibir, reduciendo de forma equivocada lo que es la inteligencia propiamente; para el mismo autor consiste en dirigir bien la conducta, en resolver los conflictos de forma correcta, obtener un beneficio, y como fin último alcanzar la felicidad.

Gardner (2011) sugirió que no somos iguales, que cada persona tiene un estilo de aprendizaje y una forma de asimilar la información diferente y creó el modelo de las inteligencias múltiples. En sus estudios, Gardner concluyó que la mente humana posee una gama de habilidades y capacidades que agrupó en siete inteligencias básicas. En este estudio se han seleccionado dos por estar vinculadas de forma directa con los contenidos de

física y química: la inteligencia visual-espacial y la lógico-matemática, aunque no existen precedentes en la bibliografía que justifiquen esta selección, las propias definiciones de estos perfiles son las que los hace afines.

El uso y aplicación de las inteligencias múltiples en el aula provoca ciertos cambios a la hora de llevar a cabo una clase, la perspectiva que aporta esta teoría permite darle valor de forma individual a cada alumno, haciéndole partícipe de su proceso de enseñanza-aprendizaje valiéndose de las aportaciones de la neurociencia (Shearer, 2018).

Es interesante que los maestros en formación conozcan cuáles son los perfiles y estilos de aprendizaje de su alumnado y promover que éste sea significativo adaptándose a ellos, facilitándoles el acceso a la información de una forma adecuada (Yaghoob & Hossein, 2016). Clasificar inicialmente al alumnado según sus distintas inteligencias múltiples ayuda al diseño de las actividades que se pueden llevar a cabo en el aula. Es importante que estas actividades promuevan no sólo el desarrollo de cualidades relacionadas con el perfil lógico-matemático o visual-espacial, sino que es necesario trabajar los distintos estilos de aprendizaje: lingüístico, naturalista, musical y cinestésico.

El objetivo principal del estudio es conocer si existen correlaciones entre tener una alta autoeficacia hacia la enseñanza de la física y la química y poseer un perfil de inteligencia lógico-matemático o visual-espacial, por ser los perfiles que más relación pueden tener con los contenidos de física y química. En un inicio, Howard Gardner como perfil científico sólo describió el perfil lógico-matemático, pero años más tarde (en 2001) diferencia entre la inteligencia naturalista (más relacionada con la conciencia ecológica y ambiental que trasciende en una protección y observación del entorno) y la inteligencia lógico-matemática (propia de las personas con habilidades para resolver problemas matemáticos) (Bisquerra, 2003), con este trabajo se confirma que su división tenía sentido.

METODOLOGÍA

Muestra

La muestra está conformada por 144 alumnos (63% mujeres) del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura. El 73% de los alumnos cursó un Bachillerato de Ciencias Sociales.

Instrumento

Para la realización del estudio se ha utilizado un cuestionario de elaboración propia. En la primera parte del cuestionario se sugerían ocho contenidos de física y química, los cuales están recogidos en el currículo de educación primaria (Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria., 2014), concretamente en el bloque 4 materia y energía (tabla 1), donde los alumnos debían señalar siguiendo una escala Likert de 1 a 10 cuál era su percepción de autoeficacia frente a esos contenidos.

Tabla 1. Contenidos de física y química

ABREVIATURA	CONTENIDO
C1	Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo
C2	Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad
C3	La flotabilidad en un medio líquido
C4	Concepto de energía. Diferentes formas de energía

ABREVIATURA	CONTENIDO
C5	Fuentes de energía y materias primas: su origen. Energías renovables y no renovables. La luz como fuente de energía
C6	Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos
C7	Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución
C8	Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación

El cuestionario de inteligencias múltiples, validado por expertos, consistió en 56 afirmaciones en una escala Líkert de 1 a 5 relacionadas con los gustos y aficiones de los estudiantes, cada inteligencia múltiple estaba constituida por 7 afirmaciones. La teoría de Gardner incluye ocho perfiles de inteligencia: lingüística, naturalista, lógico-matemática, visual-espacial, musical, cinestésica, interpersonal e intrapersonal. En este trabajo se presentan sólo las conclusiones relativas a la inteligencia lógico-matemática y visual-espacial.

Análisis

Tras la elaboración del cuestionario y la selección de la muestra, se pasó a los estudiantes de los diferentes grupos en formato papel. Se recogieron los datos, fueron procesados y pasados a soporte digital para poder ser analizados estadísticamente a través del paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22.0. Para conocer si existe relación entre la autoeficacia y las inteligencias múltiples se han aplicado las correlaciones de Pearson.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestra el valor medio que los maestros en formación han dado de su autoeficacia docente frente a los diferentes contenidos que han sido estudiados (tabla 1).

Tabla 2. Valor medio de la autoeficacia para cada contenido.

	MEDIA	SD
C1	5,0208	2,38136
C2	4,4266	2,45377
C3	4,8819	2,33099
C4	5,8732	2,21490
C5	6,9861	1,85859
C6	4,8611	2,49085
C7	4,8741	2,58617
C8	4,0210	2,58508

Estos datos muestran cómo, en general, los alumnos manifiestan tener una baja percepción de autoeficacia frente a todos los contenidos de física y química. Tan solo en tres de los contenidos se obtiene una autoeficacia media superior a 5, C1: Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo,

C4: Concepto de energía. Diferentes formas de energía y C5: fuentes de energía y materias primas: su origen. Energías renovables y no renovables. La luz como fuente de energía.

Es especialmente llamativo el caso de C8: Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación, donde los alumnos puntúan el valor más bajo de su autoeficacia como docentes.

Con respecto a las inteligencias múltiples predominantes de nuestra muestra de estudio, se ha obtenido una representatividad de un 19,23% de inteligencia lógico-matemática y un 5,77% para la visual-espacial, como puede observarse en la figura 1.

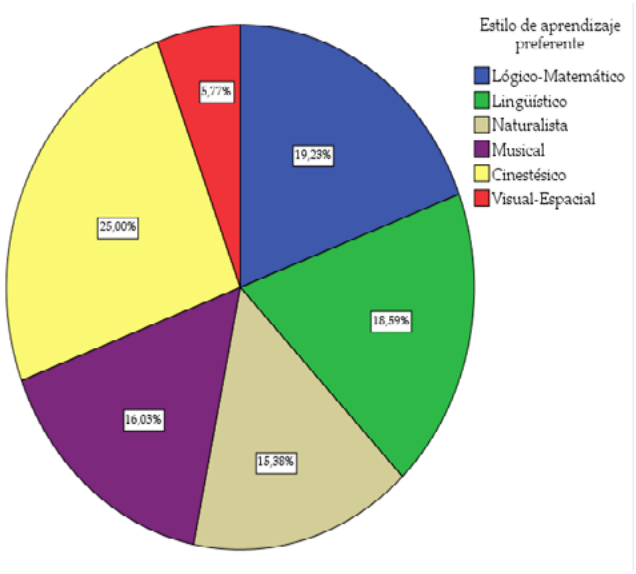


Figura 1. Representatividad de los distintos estilos de aprendizaje de la muestra de estudio.

Para conocer si existe alguna correlación entre tener una alta percepción de autoeficacia hacia la enseñanza de contenidos de física y química y poseer un perfil de inteligencia lógico-matemático o visual-espacial, se han realizado las correlaciones de Pearson y los resultados del valor de R se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Correlaciones de Pearson entre la autoeficacia y los perfiles de inteligencias múltiples.

	LÓGICO-MATEMÁTICA	VISUAL-ESPACIAL	LINGÜÍSTICA	NATU-RALISTA	MUSI-CAL	CINESTÉ-SICA
Autoeficacia Física y Química p-valor	,237** ,004	,209* ,012	,073 ,387	,118 ,158	,073 ,386	,114 ,175

**Sig<0,05; *Sig<0,1

Se comprueba que existe una correlación positiva y significativa entre tener una alta percepción de autoeficacia frente a la enseñanza de los contenidos de física y la química y poseer un estilo de aprendizaje predominantemente lógico-matemático y/o visual-espacial. Estas correlaciones no se encuentran con ningún otro perfil de inteligencia. Es decir, aquellos estudiantes que posean habilidades para resolver problemas matemáticos, o aquellos que consiguen abstraerse y visualizar planos en tres dimensiones sin mucho esfuerzo, sentirán también una mayor capacidad para enseñar contenidos de física y química. Lo interesante es trabajar con los futuros maestros que presentan otros estilos de aprendizaje para conseguir aumentar su percepción sobre la autoeficacia por medio de actividades que permita engancharlos a través de tareas que trabajen otros perfiles de inteligencias (musical, lingüística o naturalista). La falta de bibliografía existente referente a la formación

de maestros y a la aplicación de las inteligencias múltiples para la enseñanza de las ciencias nos limita a la hora de poder discutir los resultados. Sin embargo, el valor predictor de la autoeficacia y su correlación con las inteligencias múltiples ha sido estudiado anteriormente (Aghajani, 2018) con alumnos del grado de traducción islámica y la inteligencia lingüística, sin haber podido demostrar estas relaciones.

CONCLUSIONES

Consideramos que para conseguir revertir ese alejamiento hacia las ciencias que se experimenta por parte de los estudiantes durante la educación primaria y secundaria (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2008), es necesaria la existencia de un profesorado científica y emocionalmente competente que mejore las experiencias emocionales de los estudiantes y de la calidad educativa; el profesorado en activo como el profesor en formación debe ser consciente de sus propias emociones, tener una alta autoeficacia en la enseñanza de las ciencias y responsabilizarse de los efectos que pueden generar a través de su actividad de aula, sobre todo en esas áreas que generan emociones negativas como la física y la química (Dávila-Acedo, 2017).

Este trabajo servirá de base para la realización de una intervención emocional que será hecha teniendo en cuenta los contenidos de física y química donde los maestros en formación tienen más dificultad, con el objetivo de mejorar su autoeficacia basándonos en el perfil de inteligencias múltiples de los alumnos. El propósito es mejorar las experiencias emocionales durante la formación de maestros en las asignaturas científicas del grado a través de metodologías activas diseñadas en concordancia a los principios éticos de la sostenibilidad para que en su futura labor docente consigan despertar vocaciones científicas en sus alumnos de educación primaria.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, EU), la ayuda a grupos GR18004 y el Proyecto IB18004 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional). Míriam Hernández agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades su beca pre-doctoral (BES-2017-081566).

BIBLIOGRAFÍA

Aghajani, M. (2018). Types of intelligences as predictors of self-efficacy: a study on iraninan EFL students. *International Journal of Research in English Education*, *3*(4), 13–26.

Bandura, A. (2014). Teoria de la autoeficacia - YouTube. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?-v=jcNDX33V-T4

Bisquerra, R. (2003). Educación emocional y competencias básicas para la vida. *Revista de Investigación Educativa*, *21*(1), 7–43.

Boletín Oficial Del Estado. *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.* Pub. L. núm. 52, de 1 de marzo de 2014.

Carmona-Halty, M., Salanova, M., Llorens, S., y Schaufeli, W. B. (2019). Linking positive emotions and academic performance: The mediated role of academic psychological capital and academic engagement. *Current Psychology*. DOI: https://doi.org/10.1007/s12144-019-00227-8

Dávila-Acedo, A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *14*(3), 570–586. DOI: https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.05

Gardner, H. (2011). *Mentes flexibles: el arte y la ciencia de saber cambiar nuestra opinión y la de los demás*. Barce-

lona, España: Paidós.

Gargallo, J. B., y Bargallö, C. M. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? implicaciones para su formación. *Revista de Educacion*, *354*, 447–472.

Marina, J. A. (2004). *La inteligencia fracasada. Teoría y práctica de la estupidez*. Barcelona, España: Editorial Anagrama S.A.

Mellado, V. (2017). Las emociones en la formación del profesorado. En Universidad de Extremadura (Ed.), *Lección Inaugural Universidad de Extremadura* (p. 21). Badajoz.

Mellado, V.; Borrachero, B.; Brígido, M.; Melo, L.; Dávila, M.; Cañada, F.; Conde, C.; Costillo, E.; Cubero, J.; Esteban, R.; Martínez, G.; Ruíz, C.; Sánchez, J.; Garritz, A.; Mellado, L.; Vázquez, R. y Bermejo, M. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, *32*(3), 11–36.

Mora, F. (2012). ¿Qué son las emociones? En R. Bisquerra (Ed.), *¿Cómo educar las emociones? La inteligencia emocional en la infancia y la adolescencia* (pp. 14–24). Barcelona, España: FAROS.

Oliva, J. M. O., y Acevedo, J. A. D. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *2*(2), 241–250. Recuperado de: http://redalyc.uaemex.mx

Shearer, B. (2018). Multiple Intelligences in Teaching and Education: Lessons Learned from Neuroscience. *Journal of Intelligence*, *6*(3), 38. DOI: https://doi.org/10.3390/jintelligence6030038

Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, *4*(3), 417–441. DOI: https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.03

Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *5*(3), 274–292. Recuperado de: http://www.apac-eureka.org/revista

Yaghoob, R. A., y Hossein, Z. P. (2016). The correlation of multiple intelligences for the achievements of secondary students. *Educational Research and Reviews*, *11*(4), 141–145. DOI: https://doi.org/10.5897/err2015.2532

CF.26 Construyendo generalizaciones a través de actividades de indagación en Educación Infantil

Isabel García-Rodeja, Nuria Calo, Vanessa Sesto

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela.
isabel.garcia-rodeja@usc.es

RESUMEN

Se presenta un estudio de caso que tiene por objetivo describir como niños de 4 y 5 años construyen generalizaciones a través de la experiencia empírica y el diálogo con otros al implicarse en actividades de indagación con circuitos eléctricos. Los participantes son niños de una clase de segundo curso del segundo ciclo de Educación Infantil. Para la recogida de datos se grabaron las sesiones durante la implementación de las actividades. Los resultados muestran que los niños llegan a la generalización inductiva de que los objetos de metal conducen la electricidad. Los niños muestran más dificultad en aplicar esta idea para hacer predicciones que para justificar las observaciones realizadas.

Palabras clave: educación infantil; ciencias; generalización; actividades de indagación; circuitos eléctricos.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se reconoce que el periodo de 3-4 años es la fase en la que se reestructura el cerebro, desarrollando la capacidad de aprender, la memoria, la respuesta emocional y el lenguaje, todo a una escala que disminuirá marcadamente después (Alexander, 2017). Las observaciones que se están realizado de niños pequeños desempeñando actividades de indagación están generando una atención considerable hacia la educación en

ciencias en Educación Infantil (French, 2004; Kalogiannakis, Nirgianiki y Papadakis, 2018). Las investigaciones recientes en psicología cognitiva ponen de manifiesto tres cuestiones importantes: los niños pueden aprender más de lo que tradicionalmente se pensaba (Gelman y Brenneman, 2004; Gelman, Coley y Gottfried, 2002); las actividades de indagación estimulan el desarrollo cerebral (Metz, 2004); en un entorno más rico y estimulante, los niños pueden realizar aprendizajes que antes se consideraban fuera de las expectativas para estos niveles (Worth, 2010). Además, mucho antes de asistir a la escuela, los niños poseen ya conocimientos de contenido que se vinculan con las materias científicas de Física, Química y Biología, lo que hace de las aulas de Educación Infantil entornos ideales para guiar a los niños en su búsqueda natural de saber (Brenneman, 2010; Metz 2009). Todo parece apuntar a que las actividades de ciencias tienen mucho que aportar a estos niveles (García-Carmona, Criado y Cañal, 2014). Se abren así nuevos espacios para la investigación en didáctica de las ciencias en Educación Infantil de modo que los docentes pueden ejercer el papel de investigadores de las posibilidades de aprendizaje científico contribuyendo de manera clara al desarrollo de las capacidades cognitivas de los niños y las niñas más pequeños (García-Rodeja, 2006).

Pero introducir la ciencia en Educación infantil es una tarea sumamente delicada, y requiere explorar y comprender las percepciones de los niños, conocer los aspectos claves del contenido científico, y ser capaces de diseñar intervenciones y ambientes de aprendizaje adecuados (Kalogiannakis et al., 2018)

Eshach y Fried (2005) analizaron diferentes razones para introducir a los niños de Educación Infantil en entornos donde introducir la educación científica y señalan la importancia de desarrollar actividades que ayuden a los niños a generar referentes, como una primera aproximación a los conceptos al exponer a los niños ante fenómenos científicos. Por otro lado, se considera que la educación científica contribuye al desarrollo del razonamiento científico al implicar a los estudiantes en actividades de indagación. Al formular preguntas, interpretar datos, coordinar las evidencias con las teorías, los estudiantes desarrollan habilidades intelectuales que les capacita para construir nuevo conocimiento (Chan, Burtis y Bereiter, 1997).

El estudio de circuitos eléctricos puede aparentar complejo y pocas veces se integra en las aulas de Educación Infantil. Sin embargo, existen propuestas como la de Sá et al. (1996) y otros trabajos (e. g. Fleer, 1991; Glauert, 2009; Kada y Ravanis, 2016; Solomonidou y Kakana, 2000) que parecen poner de manifiesto la adecuación de algunas actividades sobre circuitos eléctricos para dar oportunidades para tomar datos, hacer predicciones, sacar conclusiones y así ayudar a la construcción de ideas y conceptos en Educación Infantil.

En este trabajo se presenta un estudio de caso que tiene como objetivo conocer en qué medida los niños de Educación Infantil son capaces de construir generalizaciones inductivas a través de la experiencia empírica. Para ello se analiza la forma de interpretar fenómenos relacionados con la electricidad mediante circuitos eléctricos simples. En concreto, pretende dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿Son capaces de llegar a generalizaciones a partir de la experiencia empírica?; ¿Son capaces de utilizar las ideas generadas a partir de la experiencia empírica para hacer predicciones acertadas y justificar las observaciones sobre la capacidad de conducir la electricidad de distintos objetos de diferentes materiales?

METODOLOGÍA

El enfoque metodológico de esta investigación es un estudio de caso de naturaleza descriptiva y cualitativa. Los estudios de caso son recomendables cuando se conoce poco del fenómeno a analizar (Yin, 2003). La naturaleza descriptiva del trabajo indica que lo que se pretende es entender las acciones de los participantes en un determinado contexto (Martínez, 2007).

PARTICIPANTES Y CONTEXTO

Los participantes en este estudio fueron diecisiete niños (catorce niñas y tres niños) de una misma clase de

Educación Infantil (4-5 años). En el momento de la intervención los escolares se encontraban cursando el segundo curso del segundo ciclo de Educación infantil en un colegio público situado en un barrio obrero en un entorno semiurbano. La implementación de la actividad fue llevada a cabo por una maestra en formación.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES

La intervención didáctica se enmarca en una perspectiva socioconstructivista. Desde esta perspectiva el aprendizaje se concibe como un acto cultural y social (Vygotsky, 1986) y se considera la comunicación fundamental para la creación de conocimiento. La actividad tiene lugar en un contexto dialógico donde la maestra y los niños hablan, actúan y piensan sobre los fenómenos, y donde la interacción social es uno de los principales factores en la construcción del conocimiento.

El diseño de la secuencia didáctica, como ya se ha hecho en un trabajo previo (Lorenzo, Sesto y García-Rodeja, 2018), se fundamenta en una estrategia tipo POE basada en la Predicción-Observación-Explicación (White y Gunstone, 1992), en la que se anima a los niños a emitir predicciones sobre un fenómeno que luego tendrán la oportunidad de observar y contrastar experimentalmente.

La secuencia se describe en la Tabla 1. En la primera actividad la maestra plantea preguntas sobre la electricidad para activar el conocimiento de los niños. La segunda sesión la maestra presenta las partes de un circuito eléctrico simple y ánima a los niños a que lo monten. En la tercera sesión, una vez que se construyó un circuito simple, se preguntó a los niños qué ocurriría si se interrumpe el circuito y se coloca un determinado objeto. Los objetos no se seleccionaron al azar, sino que se seleccionaron de modo que hubiese diferentes objetos del mismo material, y objetos similares de diferente material. Se trató de dar la oportunidad de que hiciesen predicciones sobre si se iba a encender o no la bombilla al conectar cada uno de los objetos en el circuito eléctrico. Con ayuda de la maestra los niños cubrieron una tabla de predicción y otra de observación con imágenes de los diferentes objetos.

Tabla 1. Secuencia de actividades

SESIONES	DESARROLLO
Sesión 1	
¿Qué sabemos de la electricidad?	En asamblea la maestra planteó a los niños preguntas acerca de la electricidad: ¿Qué crees que es la electricidad?, ¿Qué aparatos usan electricidad?, ¿De dónde viene la electricidad?
Sesión 2	
¿Qué sabemos de los circuitos eléctricos?	La maestra presentó las partes de un circuito simple mientras hacía preguntas a los niños sobre los distintos componentes. Materiales: Circuitos eléctricos simples formados cada uno por una pila, tres cables, una lámpara, y un interruptor.
Montaje	La maestra prestó apoyo en la manipulación del circuito.
Sesión 3	

SESIONES	DESARROLLO
Materiales conductores y no conductores	La maestra animó a los niños a que hiciesen predicciones sobre si enciende la bombilla al conectar los objetos al circuito y a que registrasen sus predicciones en una tabla de doble entrada. Posteriormente se les dio la oportunidad de comprobarlo experimentalmente, registrar los datos en otra tabla, y discutir sobre los resultados y las posibles explicaciones. Material: Una cuchara de plástico, una cuchara de metal, una botella de vidrio, una goma de borrar, un libro, una llave, una moneda, un clip de metal, un clip de plástico, una pinza de madera, un collar de plata, una regla y un lápiz.
Asamblea	La maestra realiza preguntas para comprobar qué aprendieron los niños durante la propuesta.

INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS

En el estudio se recogió información, a modo de diario de aula, de las observaciones de cada sesión anotando el desarrollo de las intervenciones y las manifestaciones más significativas de los niños. Además, todas las sesiones fueron grabadas en audio y vídeo y posteriormente transcritas. Con el fin de garantizar el anonimato de los niños, los nombres reales fueron reemplazados por pseudónimos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la descripción de resultados, en primer lugar se describe de forma concisa lo acontecido en cada sesión y se muestra, a través de fragmentos de las transcripciones, eventos significativos.

En la primera sesión, del análisis del discurso mantenido entre los niños y la profesora, podemos decir que los niños reconocen que la electricidad es algo que permite que funcionen cosas como la televisión, el móvil, el ordenador, es decir, aparatos eléctricos y electrónicos. Aparece la idea de que la electricidad es un ente que proviene de los truenos y de los molinos de viento.

Maestra: *(…) Casi todo usa electricidad. ¿Pero de dónde viene? ¿Aparece sin más?*

Aurelia: *No.*

Alicia: *En mi casa se apagó una luz.*

Alegría: *La electricidad se hace con los truenos.*

Maestra: *¿La electricidad se hace con los truenos?*

Andrea: *Pues un día, a mi se me apagó la luz de mi cuarto.*

Maestra: *Anda a ver.*

Andrea: *Era por la tarde se cerraron las persianas de repente y oí una tormenta. (…)*

Del análisis del discurso mantenido entre los niños y la profesora durante la segunda sesión podemos decir que los niños no tuvieron dificultad en identificar los elementos básicos del circuito. Los niños fueron capaces de conectar los elementos del circuito con el apoyo de la maestra.

Maestra: *¿Cada cable va separado?*

África: *Podemos juntar dos.*

Alfredo: *Como éste.*

Maestra: *Prueba.*

Apolonia: *Espera un momento.*

Maestra: *A ver.*

África: *¡Y se enciende la bombilla! (Aplausos)*

Maestra: *Muy bien, muy bien.*

África: *¡Hay más luz!*

Adela: *¡Yo cuando sea mayor voy a ser científica!*

Ante el reto que le presentó la profesora de quitar el interruptor los niños pensaron que la bombilla se apagaría, y quedaron sorprendidos al ver que no era necesario el interruptor para que se encendiese la bombilla. Cuando la profesora preguntó cómo podrían apagar el circuito sin interruptor, una niña rápidamente desconectó el cable de la pila.

Maestra: *Una pregunta. ¿Qué pasa si quitamos el interruptor?*

Algunas: *No funciona.*

Maestra: *¿No funciona? ¿Queréis mirar qué pasa si quitamos el interruptor?*

Todos: *Sí.*

(Desconectan el interruptor y colocan el cable en el lugar que le corresponde).

(Gritos de sorpresa)

Todos: *¡Funciona!*

Adela: *No te preocupes, no quema.*

Maestra: *Sin interruptor enciende, ¿pero podemos apagarlo ahora sin interruptor?*

Alegría: *Sí. (Desconecta el cable de la pila)*

Maestra: *Lo desconectaste de la pila. ¡Qué lista!*

En la tercera sesión, al principio explican sus predicciones y observaciones utilizando ideas como que no enciende la bombilla porque el objeto no tiene electricidad o no está bien conectado. Sin embargo, a medida que van probando con diversos objetos, empiezan a utilizar ideas que tienen que ver con la naturaleza del material del que está constituido el objeto. En cuanto se formuló la idea de que no se enciende la bombilla porque el objeto no es de metal, utilizan cada vez más esta idea puesto que se va confirmando en sus observaciones.

Los niños muestran dificultades en utilizar las ideas generadas de forma inductiva para hacer predicciones acertadas sobre la capacidad de conducir la electricidad de distintos objetos de diferentes materiales. Sin embargo, si muestran una mayor competencia en utilizar las ideas generades de forma inductiva para justificar las observaciones.

Maestra:	Pues pon que no. A ver. ¿Sabéis qué es esto? (refiriéndose al clip de plástico de color).
Andrea:	Sí. Un clip.
Maestra:	Un clip. ¿Vosotros pensáis que un clip va a encender la bombilla?
Andrea:	Sí.
Alberto:	Sí.
Maestra:	Tu qué piensas, ¿que sí o que no?
Anastasia:	Sí.
Maestra:	¿Todas que sí? Vale, pues Aurelia, prueba ahí. ¿Encendió?
Aurelia:	No.
Maestra:	¿No? ¿Y por qué?
Amalia	Porque no es de metal.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En este trabajo, se ha intentado describir cómo niños de cuatro y cinco años abordan el trabajo en el aula y construyen generalizaciones a través de la experiencia empírica y el diálogo con otros al implicarse en actividades de indagación con circuitos eléctricos. A lo largo de las sesiones los niños expresaron ideas diversas sobre la electricidad y ofrecieron diferentes tipos de explicaciones. En sus conversaciones aparece la idea de que la electricidad es un ente que se genera en las tormentas. También se observa que algunos niños identifican los molinos de viento como generadores de electricidad. Estas ideas están relacionadas con los hallazgos de otros autores que afirman que los niños de entre cinco y seis años tienen ya ciertas representaciones sobre los fenómenos eléctricos en las que se identifica un razonamiento pre energético (Glauert, 2009; Kada y Ravanis, 2016). En un principio explican sus predicciones y observaciones utilizando ideas como que no enciende la bombilla porque el objeto no tiene electricidad o no está bien conectado. Sin embargo, a medida que van probando con diversos objetos, empiezan a utilizar ideas que tienen que ver con la naturaleza del material del que está constituido el objeto. Los niños muestran dificultades en utilizar las ideas generadas de forma inductiva para hacer predicciones acertadas sobre la capacidad de conducir la electricidad de distintos objetos de diferentes materiales. Sin embargo, muestran una mayor competencia en utilizar las ideas generadas de forma inductiva para justificar las observaciones.

Los resultados de este trabajo apoyan la importancia de realizar actividades de indagación en educación infantil, para dar oportunidades para que los niños desarrollen habilidades de pensamiento y generen referentes sobre conceptos científicos. A la hora de diseñar propuestas para que los niños realicen generalizaciones inductivas, es importante realizar actividades de predicción, previas a las actividades de observación, y darles la oportunidad de que justifiquen tanto las predicciones como las observaciones. Además, se deben de diseñar actividades para que utilicen las ideas generadas tanto en nuevas predicciones como en nuevas observaciones.

AGRADECIMIENTOS

FEDER/MCIU. AEIA. Proyecto ESPIGA. PGC2018-096581-B-C22

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander, R. (2017). *Towards dialogic teaching: Rethinking classroom talk*. Cambridge: Dialogos.

Brenneman, K. (2010). Assessment for preschool science learning and learning environments. Paper presented at the STEM in Early Education & Development (SEES) Conference, Iowa.

Cantó, J., de Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *34*(3), 25-50.

Chan, C., Burtis, J. y Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, *15*(1), 1–40. DOI: https://dx.doi.org/10.1207/s1532690xci1501_1

Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, *14*(3), 315-336.

Fleer, M. (1991). Socially constructed learning in early childhood science education. *Research in Science Education*, *21*(1), 96-103. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/BF02360462

French, L. (2004). Science as the centre of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*, 138-149.

García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(2), 131-149. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817

García-Rodeja, I. (2006). Pensar en enseñar ciencias en educación infantil. En M. P. Jiménez y J. Díaz (Eds.), *Perspectivas sobre a aprendizaxe das Ciencias e das Matemáticas. Estudos en Honor ao Profesor Eugenio García-Rodeja Fernández*, (pp: 115-126). Santiago de Compostela: Servizo de Edición Dixital USC.

Gelman, R. y Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*, 150-158

Gelman, S. A., Coley, J. D. y Gottfried, G. (1994). Essentialist beliefs in children: The acquisition of concept and theories. En: L. A. Hirschfeld y S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* (pp. 341-365). New York, NY: Cambridge University Press.

Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: Prediction, explanation and exploration. *International Journal of Science Education*, *31*(8), 1025-1047. DOI: https://dx.doi.org/10.1080/09500690802101950

Kada, V. y Ravanis, K. (2016). Creating a simple electric circuit with children between the ages of five and six. *South African Journal of Education*, *36*(2), 1-9.

Kalogiannakis, M., Nirgianaki, G. M. y Papadakis, S. (2018). Teaching magnetism to preschool children: The effectiveness of picture story reading. *Early Childhood Education Journal*, *46*(5), 535-546.

Lorenzo, M., Sesto, V. y García-Rodeja, I. (2018). Una propuesta didáctica para la construcción de un modelo precursor del aire en la Educación Infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, *2*(2), 55-68.

Martínez, R. A. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*. Madrid: MEC.

Metz, K. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, *22*, 219–290.

Metz, K. (2009). Rethinking what is "developmentally appropriate" from a learning progression perspective:

The power and the challenge. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, *3*(1), 5–22.

Sá, J., Rodrigues, A., Gomes, A., Veloso, E., Torres, G. y Silva, M. (1996). A descoberta de objectos e materiais condutores da electricidade por crianças de 4/5 anos. *Aprender*, *20*, 65-70.

Solomonidou, C. y Kakana, D. M. (2000). Preschool children's conceptions about the electric current and the functioning of electric appliances. *European Early Childhood Education Research Journal*, *8*(1), 95-111. DOI: https://doi.org/10.1080/13502930085208511

Vygotsky, L. (1986). *Thought and Language*. Boston: MIT Press.

White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.

Worth, K. (2010). Science in early childhood classrooms: Content and process. En Early Childhood Research and Practice, Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference, 10, 1-118.

Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. California: Sage Publications.

CF.27 Ciencia a diario en el aula de infantil. Una experiencia en el rincón de la ciencia

Esther Paños, José Reyes Ruiz-Gallardo, Beatriz García, Antonio Mateos

Departamento de Pedagogía. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Castilla-La Mancha. Esther.Panos@uclm.es

RESUMEN

El aula de educación infantil es un escenario idóneo para comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. A pesar de ello, no es habitual que se realicen en este ciclo actividades periódicas de contenido científico. Incorporar a las aulas un rincón de la ciencia y dotarlo de recursos puede estimular el desarrollo de este tipo de actividades. Con esta investigación se pretende analizar, a través del a observación participante, el impacto que supone introducir un rincón de la ciencia en seis aulas de infantil. Además, se evalúan, un año después, los aprendizajes derivados de la participación en actividades estructuradas con una balanza incluida en este rincón. Participan un total de 160 estudiantes de 5 y 6 años (27 pertenecen al grupo control). Los alumnos aportan gran cantidad de materiales al rincón de la ciencia, el cual les resulta atractivo y estimula la puesta en práctica de habilidades procedimentales. La balanza permite acercar a los alumnos al concepto de densidad. El rincón de la ciencia es una herramienta de gran potencial para trabajar contenidos científicos en educación infantil.

Palabras clave: ciencia; educación infantil; recursos; rincón de la ciencia; balanza.

INTRODUCCIÓN

La relevancia de abordar la enseñanza de las ciencias en los primeros años educativos contrasta con la escasez de oportunidades reales que, en torno a esta disciplina, se generan en las aulas de educación infantil (Saçkes,

Trundle, Bell, & O'Connell, 2011; Tu, 2006)this study used The Preschool Classroom Science Materials/Equipment Checklist, the Preschool Classroom Science Activities Checklist, and the Preschool Teacher Classroom/Sciencing Form to analyze the availability of science materials, equipment, and activities for preschoolers in the classroom. Each teacher was videotaped for two consecutive days during free play time. The study showed that half of the preschool classrooms had a science area. The activities that the preschool teachers engaged were mostly unrelated to science activities (86.8%. Aunque son, cada vez más, las experiencias puntuales que se realizan tratando de acercar la ciencia a los alumnos más pequeños (semanas de la ciencia, talleres, etc.), es necesario crear una cultura de aula en la que las actividades relacionadas con la comprensión del medio sean parte de la vida habitual de la misma.

La existencia de un área específica del aula dedicada a la ciencia, el "rincón de la ciencia", puede ser un estímulo para ello. En el ámbito educativo, un rincón es un espacio del aula, que puede ser fijo o no, donde se realizan actividades de forma libre o dirigida en las que los alumnos participan individualmente, en pequeño o en gran grupo (Tavernier, 1987). Habitualmente, en muchas aulas de infantil existe un rincón de juegos (cocina, tienda, puzles, construcciones), de lectura, de música, de arte, de informática, etc. Sin embargo, no es tan habitual, al menos en el ámbito español, que exista un rincón de la ciencia o de la experimentación y que esté integrado con el resto. En otros países, es común que las aulas de los alumnos más pequeños dispongan de una zona, por ejemplo, de la arena y del agua, donde trabajan conceptos de ciencias como la flotabilidad (Durmusoğlu, 2008).

En España se han realizado varias experiencias que evidencian la potencialidad de este rincón, sobre todo cuando se realizan en el mismo actividades estructuradas y guiadas por el maestro. Por ejemplo, Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo (2016) incorporan en una clase de 4 años un rincón de la ciencia, favoreciendo el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia de los participantes y la generación de aprendizajes significativos. Otros trabajos también aportan datos sobre mejoras en el aprendizaje conceptual y procedimental de los estudiantes (Fernández & Rodríguez, 2006; Martín, 2013).

Siguiendo a Brown (1991), lo más relevante de incluir un rincón de ciencias en las aulas de infantil no es tanto su tamaño y la cantidad de materiales que lo forman, sino la motivación que puede generar en los alumnos, quienes dan sentido a conceptos y fenómenos científicos manipulando y haciendo sus propias comprobaciones. Este rincón también puede estimular que los niños traigan sus propios objetos de casa o del entorno, y comiencen a relacionar así situaciones personales en otros contextos con la ciencia del aula, aspecto que puede favorecer la formación de aprendizajes significativos.

RECURSOS PARA EL RINCÓN DE LA CIENCIA

Un entorno que ofrece múltiples y diversos recursos hace que se generen más oportunidades de aprendizaje. Los materiales del aula de educación infantil desempeñan un papel esencial en el desarrollo de los alumnos, convirtiéndose en el elemento mediador entre su aprendizaje y el entorno que les rodea (Ameijeiras, 2008). Además de los que se pueden incluir de forma permanente en el aula o en los rincones, la puesta en práctica de actividades de ciencias requiere el empleo adicional de otros recursos. Estos deben ser variados y adecuados a las características de los alumnos y, aunque se puede adquirir material didáctico especialmente diseñado para este fin, lo ideal es utilizar materiales del entorno, sin descartar los materiales de desecho, del ámbito científico, o también los elaborados por los maestros o los propios alumnos (Brown, 1991; Feu, 2009).

La potencialidad de los recursos materiales en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en los niveles educativos iniciales se destaca en la literatura. Por ejemplo, Leuchter, Saalbach y Hardy (2014) consiguen que los alumnos de infantil y primaria hagan más predicciones correctas sobre flotabilidad tras una intervención en la que emplean una serie de materiales estructurados. Nayfeld, Brenneman y Gelman (2011) introducen una balanza en el rincón de la ciencia y guían a los alumnos en su manejo, favoreciendo así su

posterior uso autónomo.

La inclusión de una balanza en el rincón de la ciencia es una herramienta que puede facilitar la comprensión de las características de los objetos del entorno. Además, permite trabajar de manera específica algunas de las limitaciones que caracterizan el pensamiento infantil en la etapa preoperacional como, por ejemplo, la centración, es decir, la tendencia del niño a fijarse solo en un aspecto de un fenómeno o situación. Su particular punto de vista le hace relacionar únicamente grande con pesado y pequeño con ligero, etc. Sin embargo, la investigación ha demostrado que el niño es capaz de razonar sobre ciertos aspectos de la realidad, y que la manipulación y la experimentación temprana favorecen la adquisición de aprendizajes ajustados al conocimiento científico (Nayfeld et al., 2011).

Considerando la relevancia de potenciar la enseñanza de las ciencias en los primeros años educativos, el objetivo principal de esta investigación es introducir el rincón de la ciencia en el ciclo de infantil para conocer su impacto en la actividad diaria del aula. Se pretende evaluar, asimismo, si la inclusión de una balanza en el rincón de la ciencia y la participación en actividades estructuradas con la misma favorecen que los alumnos consideren más de una propiedad de los objetos para estimar su peso.

METODOLOGÍA

Diseño, muestra y recogida de información

Las actividades se llevaron a cabo en seis aulas de educación infantil de cuatro colegios de la provincia de Albacete. Participaron en la investigación 160 alumnos de 5 y 6 años. De ellos, 133 pertenecen al grupo experimental (66 niños y 67 niñas) y 27 al grupo control. El rincón de la ciencia estuvo instalado durante dos meses en cada una de las aulas del grupo experimental.

La evaluación del rincón de la ciencia se realizó a través de la observación participante. La investigadora que llevó a cabo las actividades pudo involucrarse en la actividad diaria del aula, compartiendo experiencias con alumnos y maestras, lo que permitió obtener datos específicos sobre la repercusión de la implementación del rincón en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Para evaluar las actividades propuestas con una balanza, los alumnos cumplimentaron, mediante una entrevista individualizada, un cuestionario un año después de haber participado en las mismas. La cuestión propuesta se muestra en la Figura 1. Los alumnos debían justificar su respuesta.

Figura 1. Cuestión planteada para evaluar la actividad de la balanza

Desarrollo de la actividad

Rincón de la ciencia

Para instalar el rincón de la ciencia en cada una de las seis aulas, se habilitó una zona en la que se colocó un pequeño mueble con cajones en los que se introdujeron elementos naturales y otros objetos (rocas y mine-

rales, hojas, conchas, lupas, imanes, cajas de clasificación, etc.), así como información sobre los mismos (ver Figura 2). Este rincón se sumó al resto de rincones previamente existentes y supuso integrar los contenidos de ciencias en la actividad diaria del aula, bien a través de acciones específicas realizadas en el mismo, o mediante otras de carácter libre en el tiempo de juego por rincones, según los criterios establecidos por cada maestra.

Figura 2. Mueble y materiales del rincón de la ciencia

Algunas actividades habituales que los alumnos podían realizar en el rincón son:

- Clasificar un grupo de objetos en función de un criterio, que puede definir el propio alumno o la maestra. También se puede hacer una clasificación y que sea otra persona la que averigüe el criterio que se ha seguido (Davies et al., 2014).
- Observar objetos del entorno natural y catalogarlos de acuerdo a sus características principales. Se incluyen, para ello, fichas de clasificación de moluscos, hojas e insectos.
- Juegos libres con imanes, rocas, minerales, etc.

También se ofreció a los alumnos la posibilidad de traer objetos de casa que guardasen relación con las ciencias naturales. Cada mañana, el estudiante que había traído algo debía mostrarlo al resto y explicar de qué se trataba. La maestra o investigadora podían aprovechar este momento para conectar la ciencia con situaciones de la vida diaria de los alumnos.

Balanza

En el rincón de la ciencia de cada una de las aulas participantes se incluyó una balanza de dos platos. Inicialmente, se describió y se enseñó a los alumnos su manejo. Se emplearon preguntas como: ¿sabéis cómo se llama este instrumento?, ¿para qué se utiliza? o ¿por qué un plato baja y el otro sube cuando ponemos algo en ellos? Tras conocer las ideas previas de los estudiantes, la investigadora presentó dos objetos en los que se cumplía

que grande es más pesado, y preguntó qué pasaría al ponerlos en los platos. Los alumnos hicieron sus predicciones y se comprobó. Después, mostró otros dos objetos, en este caso, uno muy grande de poco peso, y otro pequeño muy pesado. Se hicieron predicciones y comprobaciones de mismo modo. Tras ello se dejó manipular los objetos a los alumnos y utilizar la balanza.

Para estimular el uso de la balanza en el rincón de las ciencias se planteó una actividad específica. Los alumnos disponen una caja con seis tipos de objetos (10 de cada uno de ellos), que además están representados en unas cartas (dos juegos) (ver Figura 3). También hay dos juegos de cartas con números del 1 al 10. Los cuatro juegos se ponen boca abajo. Se levanta una carta de cada uno, lo que indica: número y tipo de objeto y número y tipo de objeto con el que comparar. Antes de ponerlo en la balanza, los alumnos deben predecir cuál pesará más o menos. Los alumnos de cada aula realizan esta actividad de forma grupal, lo que les permite contrastar diferentes opiniones. Una posible combinación del juego, como ejemplo, es: "¿qué pesan más, dos tuercas o seis bolas de corcho?". Cada alumno va cogiendo cartas y comprobando las diferentes opciones (Figura 3).

Figura 3. Material para trabajar con la balanza y alumnos participando en una actividad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de materiales que los alumnos aportaron al rincón de la ciencia durante los meses de la intervención evidencia el interés que originó la inclusión del mismo en el aula: conchas, minerales, rocas, hojas, incluso seres vivos como gusanos de seda, etc. son solo algunos ejemplos (Figura 4). Se dedicó, en la habitual sesión de asamblea diaria, un espacio de tiempo para mostrar y analizar estos materiales. En este sentido, se produjeron hechos notables, como en una de las aulas, en la que la madre de un alumno llevó una colección de minerales debido a la insistencia de su hijo por mostrarla a los compañeros. La maestra aprovechó esta situación para pedirle que se quedara en la asamblea a explicar algunas de sus propiedades. Los objetos aportados por los alumnos, además de favorecer la conexión de los ámbitos familiar/personal y educativo, pueden servir para conocer directamente cuáles son sus intereses. Por ejemplo, las rocas y minerales fueron los objetos que más se repitieron en todas las aulas, sin embargo, los contenidos de ciencias de la tierra suelen limitarse, en la educación infantil, al estudio de los fenómenos meteorológicos (Saçkes, 2015). Podría ser interesante tener en cuenta este aspecto al planificar las actividades de ciencias con el objetivo de nutrir, mediante actividades significativas, la motivación intrínseca que muestran los alumnos hacia el aprendizaje de estos contenidos (Patrick & Mantzicopoulos, 2015).

Figura 4. Estudiantes mostrando y explicando a sus compañeros los objetos que aportan al rincón de la ciencia

Es destacable el deseo de los alumnos por emplear su tiempo libre en el rincón de la ciencia, observando los materiales, clasificándolos, utilizando los imanes, etc. El hecho de renovar algunos materiales y de ofrecer diferentes actividades pudo haber sido un estímulo para la participación. Un aspecto negativo es el limitado espacio en el que se instaló el rincón en todas las aulas, lo que hizo necesario buscar otras zonas para realizar determinadas actividades.

Los resultados totales de la actividad de la balanza están incluidos en la Tabla 1. Casi de la mitad de los alumnos responde correctamente un año después de la intervención. De ellos, únicamente ocho utilizan el nombre balanza o báscula al justificar cómo podrían comprobarlo, aunque otros 11 describen este instrumento, reconociendo haber olvidado su nombre; el resto explica, simplemente, que para saber cuál pesa más "habría que pesarlos". No hay diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de niños y niñas. Atendiendo a otros trabajos e informes, estas diferencias surgirían en niveles educativos superiores (MECD, 2016; OCDE, 2016). La mayoría de alumnos que responde de modo incorrecto se apoya más en la cantidad que en el tamaño de los objetos (71.23% vs. 28.77%): creen que pesarán más los plátanos "porque hay más". Sigue siendo evidente, en algo más de la mitad de los participantes, la tendencia a centrarse en una única característica de los objetos (Berger, 2007).

Solo el 14.81% de los 27 alumnos del grupo control que cumplimenta el cuestionario proporcionó la respuesta correcta, encontrándose diferencias estadísticamente significativas con respecto al grupo experimental (Tabla 1). Aunque ha de tenerse en cuenta que el número de participantes del grupo control es más reducido que en el grupo experimental, los datos muestran que participar en la actividad de la balanza parece haber influido en la correcta resolución de la propuesta. Incluir una balanza en el rincón de la ciencia puede servir para introducir a los alumnos en el concepto de densidad desde la educación infantil, como apuntan otras investigaciones (Hadzigeorgiou, 2001). Según otros autores, como Piaget (1930), este concepto es muy complejo y no se desarrollaría hasta los 9 años.

Tabla 1. Respuestas correctas en la actividad de la balanza. Contraste entre grupos y por género

	% RESPUESTAS CORRECTAS		
	Niños	Niñas	Total
G. Experimental (*n* = 133)	18.8	26.32	45.12
G. Control (*n* = 27)	11.11	3.71	14.81
Diferencias Género (GE)	χ^2 (1) = 2.017 / *p* = .156		
Contraste GE/GC	χ^2 (1) = 8.584 / *p* = .003		

CONCLUSIONES

El rincón de la ciencia puede integrarse fácilmente con el resto de rincones del aula de infantil y es atractivo para los alumnos, a quienes les gusta desarrollar actividades en el mismo, así como dotarlo de objetos de ciencia de su ámbito personal. Se trata, por tanto, de una herramienta con un gran potencial para estimular el desarrollo habitual de actividades de contenido científico en educación infantil.

Actividades específicas con una balanza llevadas a cabo en el rincón de la ciencia favorecen la comprensión de conceptos complejos como el de densidad, y pueden sentar las bases para los aprendizajes futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ameijeiras, R. (2008). *Manual de educación infantil. Aspectos didácticos y organizativos*. Cáceres: Universidad de Extremadura.

Berger, K. S. (2007). *Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia*. Ed. Médica Panamericana.

Brown, S. E. (1991). *Experimentos de Ciencias en educación infantil*. Narcea Ediciones.

Davies, D., Howe, A., Collier, C., Digby, R., Earle, S., & McMahon, K. (2014). *Teaching science and technology in the early years (3-7)*. Routledge.

Durmusoğlu, M. C. (2008). An examination of the opinions of preschool teachers about preschool learning settings in their schools. *Egitim Arastirmalari - Eurasian Journal of Educational Research*, (32), 39–54.

Fernández, R., & Rodríguez, L. (2006). Los pequeños de cuatro años en el rincón de ciencias: qué ven y qué dicen sobre el nacimiento de las plantas. *Alambique*, *49*, 105–113.

Feu, M. T. (2009). Experimentar con materiales en 0-6. *Revista Aula de Infantil*, *52*, 7–10.

Hadzigeorgiou, Y. (2001). *Young children's (4-6 year) ideas about natural phenomena and their implications for curriculum and instruction*. Documento no publicado. Facultad de Educación. Universidad del Egeo.

Leuchter, M., Saalbach, H., & Hardy, I. (2014). Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of "floating and sinking." *International Journal of Science Education*, *36*(10), 1751–1771. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.878482

Martín, D. (2013). *Educación infantil a través del rincón de la ciencia (Trabajo de fin de grado)*. Universidad de Valladolid.

MECD. (2016). *TIMSS 2015. Estudio internacional de tendencias en Matemáticas y Ciencias. IEA. Informe español: resultados y contexto*. Secretaría General Técnica.

Nayfeld, I., Brenneman, K., & Gelman, R. (2011). Science in the Classroom: Finding a Balance Between Auton-

omous Exploration and Teacher-Led Instruction in Preschool Settings. *Early Education and Development*, *22*(6), 970–988. https://doi.org/10.1080/10409289.2010.507496

OCDE. (2016). Resultados Clave Pisa 2015. *Organización Para La Cooperación y El Desarrollo Económicos*, 1–15. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en

Patrick, H., & Mantzicopoulos, P. (2015). Young Children's Motivation for Learning Science. In *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 7–34). Netherlands: Springer.

Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical reality*. London: Kegan Paul, Trench; Trubner.

Saçkes, M. (2015). Young children's ideas about Earth and Space science concepts. In K. C. Trundle & M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 35–66). Springer.

Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L., & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(2), 217–235. https://doi.org/10.1002/tea.20395

Tavernier, R. (1987). *La escuela antes de los seis años*. Barcelona: Martínez Roca.

Tu, T. (2006). Preschool science environment: What is available in a preschool classroom? *Early Childhood Education Journal*, *33*(4), 245–251. https://doi.org/10.1007/s10643-005-0049-8

CF.28 ¿Qué nombres de plantas conoce el profesorado de Educación Primaria en formación inicial?

Susana Rams Sánchez, Sila Pla-Pueyo y María Vallespín Guitart

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
E-mail: susanarams@ugr.es

RESUMEN

El fenómeno denominado «ceguera a las plantas» es ampliamente conocido en el contexto de la Didáctica de la Biología y repercute directamente sobre un adecuado conocimiento de la biodiversidad vegetal y las subsiguientes competencias asociadas, especialmente en el profesorado de Educación Primaria en formación inicial. Con el objeto de establecer el conjunto de nombres de plantas más citados por estos estudiantes se elaboró un cuestionario con una única cuestión abierta sobre la que se realizó un análisis de contenido. De un total de 2.527 respuestas, los resultados muestran una media que solo alcanza los 51 nombres de plantas fanerógamas y un 8% de respuestas con confusiones respecto al concepto de «especie vegetal». Las más citadas corresponden, con un 68%, a contextos culinarios y, con un 21%, a ornamentales. Es patente la necesidad de una formación específica sobre esta temática.

Palabras clave: Formación inicial de docentes; Competencia científica; Enseñanza de las ciencias; Ciencias de la Naturaleza; Botánica.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho contrastado que el alumnado de Educación Primaria presenta un marcado interés por la Biología, si bien es cierto que con una clara preferencia general por la Zoología y no tanto por la Botánica u otras ramas

de esta macrodisciplina científica (Prokop, Prokop y Tunnicliffe, 2007). Estas diferencias han sido estudiadas desde el campo de la Psicología en pruebas de velocidad de percepción de plantas respecto a animales, resultando un comportamiento zoocéntrico de los estudiantes (Balas y Momsen, 2014).

Es ampliamente conocido en Didáctica de la Biología el fenómeno denominado «ceguera a las plantas» (Wandersee y Schussler, 1999), el cual se ve acrecentado por la situación de los libros de texto, que otorgan mayor atención a los animales que a las plantas en la ejemplificación de conceptos biológicos básicos (Ahi, Atasoy y Balci, 2018; Schussler, Link-Pérez, Weber y Dollo, 2010). De forma adicional, es destacable que la presentación en ellos de los contenidos referentes a plantas, suele ofrecer explicaciones confusas, especialmente las relativas a su nutrición y reproducción (Urones Jambrina, Escobar y Vacas Peña, 2013). No es extraño, pues, que niños de Educación Infantil y Primaria encuentren grandes dificultades para elaborar un listado de nombres de plantas, aunque no así de animales (Patrick y Tunnicliffe, 2011).

En relación a la adquisición de habilidades de identificación de especies, las metodologías centradas en actividades al aire libre han demostrado ser mucho más eficientes que aquellas desarrolladas dentro del aula (Palmberg, Kärkkäinen, Jeronen, Yli-Panula y Persson, 2019). De forma generalizada, este tipo de proyectos fuera del aula, como un huerto escolar, un jardín botánico o un vivero, son llevados a cabo de forma muy esporádica durante el recorrido académico formal de los futuros maestros de Educación Primaria. Es necesario incrementar el contacto con el medio natural en este contexto formativo (Silva, Silva, Rocha y Andrade, 2015).

La habilidad de nombrar plantas no se encuentra especialmente desarrollada entre el profesorado de Educación Primaria, que por lo general ofrece un listado bastante corto de estos seres vivos (Bermudez, Díaz y De Longhi, 2018). Es lógico, en consecuencia, haber detectado alumnos de altas calificaciones, tanto en Educación Primaria como en Secundaria que consideran que identificar y nombrar plantas no es un conocimiento relevante (Bebbington, 2005). A esto ha de añadirse que existe todo un catálogo de ideas erróneas sobre las plantas que es preciso tener en cuenta al abordar este tema, no solo en contextos escolares, sino también con el profesorado en formación inicial (Barman, Stein, McNair y Barman, 2006).

Es, por tanto, necesario explorar estrategias metodológicas que conduzcan a la superación de la «ceguera a las plantas» y tomar conciencia como docentes de su importancia para la comprensión de conceptos más globales como los enmarcados en Ecología, ya que la adquisición de un pensamiento Ecologista carente de una adecuada alfabetización científica (Uno, 2009) no conduce al ejercicio de una ciudadanía responsable.

METODOLOGÍA

Esta investigación se basa en un diseño de tipo cualitativo no experimental, de intención exploratoria y descriptiva, a través de un análisis de contenido (Moreno Fernández, 2015).

La población considerada la constituyen los estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada (España) en un momento anterior a cursar contenidos sobre Didáctica de las Ciencias Biológicas, que asciende a un total aproximado de 1.500 individuos en el curso académico 2018-19. Los participantes fueron seleccionados por conveniencia, en dos grupos naturales, y conforman una muestra de 90 individuos, de los cuales el 68% son mujeres y el 32% son hombres, con edades comprendidas entre 20 y 37 años, el 94% de ellos menores de 25 años.

La toma de datos se realizó en la Facultad de Ciencias de la Educación de la citada universidad y el procedimiento consistió en solicitar a los alumnos que se sentaran en el aula formando parejas, con sus teléfonos móviles y otros terminales apagados, y que cumplimentaran conjuntamente el instrumento, esto es, un folio en el que únicamente constaba la indicación «Escribid el nombre de, al menos, 100 especies de plantas», para lo cual se dispuso de un tiempo máximo de 30 minutos.

El análisis de los datos de los 45 folios resultantes se ha realizado por medio de la elaboración de una hoja de

cálculo con ©Microsoft Excel 2013 y una base de datos con ©Microsoft Access 2013, que ha arrojado un total de 2.527 registros, a la que se ha aplicado un tratamiento estadístico descriptivo y de agrupaciones porcentuales, sin segregación entre sexos ni edades.

RESULTADOS

El contenido de los resultados puede analizarse desde muy diferentes perspectivas. Para esta ocasión se han seleccionado tres de ellas: el número de respuestas, el concepto de «especie vegetal» o «planta» y las plantas fanerógamas más nombradas.

Sobre el número de respuestas

Del total de respuestas obtenidas, cada pareja de estudiantes cumplimentó una media de 56,4 respuestas, con un mínimo de 24 y un máximo de 101 (SD=18,7). De ellas, un 89,7% ha sido categorizado en un primer grupo, denominado «Grupo I: Fanerógamas (con semillas)». Está conformado por las plantas fanerógamas, es decir, las gimnospermas y las angiospermas consideradas conjuntamente. Las respuestas correspondientes a este grupo resultaron una media de 51,0 por pareja, con un mínimo de 24 y un máximo de 92 (SD=17,8): el 33,3% de los estudiantes aportaron hasta 40 respuestas, el 40,0% entre 41 y 60, el 20,0% entre 61 y 80 y el solo el 6,7% más de 80.

Un 2,4% de las respuestas (60) se han categorizado en un segundo grupo, denominado «Grupo II: Criptógamas (sin semillas)». En él se han nombrado algas (18), helechos (16), musgos (13) y hongos (13). A pesar de compartir en esencia un modo de reproducción sexual por esporas, en términos taxonómicos y filogenéticos, estos cuatro grupos son muy dispares (Ruggiero et al., 2015). Los musgos y los helechos sí pertenecen al reino de las plantas en su totalidad, no así las algas, de las cuales solo verdes y rojas lo hacen. Los hongos, debido entre otras características a la ausencia de pigmentos fotosintéticos en sus estructuras y a la composición de sus paredes celulares, conforman un reino propio. Los nombres de miembros de este segundo grupo que han sido indicados más allá de su nombre grupal son muy escasos: «alga nori», «alga wakame», «moho», «seta», «trufa», «níscalo» y «champiñón».

Un 7,5% de las respuestas (190) han sido categorizadas en un tercer grupo, denominado «Grupo III: Confusiones internas». En él se incluyen errores que tienen un gran valor diagnóstico.

Por último, el restante 0,4% de las respuestas (10) se han categorizado como «Grupo IV: Confusiones externas» y lo conforman aquellas respuestas que corresponden a miembros del reino animal: «corales» (4), «anémonas» (3), «pepinos de mar» (2) y «jilgueros» (1).

Se considera que estas cifras reflejan un pobre conocimiento del mundo vegetal y dejan en evidencia la falta de aprendizaje sobre esta temática en las etapas previas del sistema educativo. Este resultado por sí mismo justificaría la necesidad de una formación específica sobre Botánica para los estudiantes del Grado en Educación Primaria.

Sobre el concepto de «especie vegetal» o «planta»

Las 190 respuestas pertenecientes al «Grupo III: Confusiones internas» muestran de un modo evidente varias dificultades muy relevantes en términos didácticos. Es especialmente destacable la falta de desarrollo en el alumnado de un adecuado concepto de la categoría «especie vegetal». Si bien es cierto que existen múltiples definiciones de este término en su sentido biológico más purista, para un contexto escolar es clara su delimitación.

Un primer bloque lo han conformado las respuestas en las que lo nombrado es una entidad que engloba otros seres vivos además de los vegetales. Se ha indicado un bioma, como la «tundra», y un tipo de ecosistema, como el «matorral».

En segundo lugar se han agrupado las formaciones vegetales. Por un lado se separan las referentes a varias especies, como «césped» y «pasto», y por otra las de una sola especie, ya sea esta natural por lo general, como «alameda», «chopera», «zarzal» y «parral», o cultivada, como «berenjenal», «trigal» y «viña».

El tercer subgrupo lo conforman aquellas denominaciones relativas a conjuntos de plantas comestibles, como «verduras», «hortalizas», «legumbres» y «cereales».

En un cuarto subgrupo se han unido las confusiones con el vocabulario relativo al porte y forma de crecimiento general de una planta. Así, se han encontrado las siguientes respuestas: «árbol», «arbusto», «palmera», «mata», «enredadera», «herbáceo» y «hierba». El empleo de estos términos pone de manifiesto un muy bajo grado de especificidad en la denominación de los elementos nombrados, a los que se pueden incluir los portes artificiales de «bonsái» y «seto».

En quinto lugar, existe otro subgrupo de confusiones relacionado con la anatomía y fisiología de una planta. A este respecto se ha nombrado «clorofila», «planta carnívora», «planta venenosa», «raíces», «flores», inflorescencias como «espiga» y tipos de frutos como «baya» y «bellota».

En sexto lugar también resulta destacable indicar la existencia de confusiones intraespecíficas, en las que una misma pareja de estudiantes utiliza dos nombres diferentes para la misma especie. Tal es el caso de «cebolla/cebolleta», «naranjo/azahar», «nueces/nogal», «higos/brevas» y «marihuana/cannabis».

Por último se han agrupado algunas respuestas como miscelánea: «gramínea» y «cactus», que aluden cada uno a una familia botánica completa, «paja», en referencia a los tallos de los cereales una vez secos, «mimbre», como producto de las ramas de diferentes especies de sauces, y «curry», como mezcla de diferentes especias.

Sobre las plantas fanerógamas más nombradas

Las 2.267 respuestas pertenecientes al «Grupo I: Fanerógamas (con semillas)» agrupan un total de 267 nombres vernáculos de plantas fanerógamas. Según su taxonomía general, se reparten en 9 gimnospermas, 51 monocotiledóneas y 207 dicotiledóneas. Según su porte, 40 son arbustos, 82 son árboles o palmeras y 145 son hierbas o enredaderas. Según su relación con el hombre, 146 de las plantas nombradas corresponden principalmente a entornos culinarios, 73 son conocidas por su empleo ornamental y 10 como drogas o medicinas, quedando las 38 restantes sin aparente relación directa con un uso por parte del ser humano.

Con el foco en la taxonomía, las plantas gimnospermas representan un 3,8% de respuestas, las monocotiledóneas un 14,5% y las dicotiledóneas un 81,7%. Estos porcentajes entran dentro de lo esperable y muestran una necesidad de formación en relación a biodiversidad vegetal. De acuerdo con su porte, un 12,5% de las respuestas son nombres de arbustos, un 36,5% de árboles o palmeras y un 51,0% de hierbas o enredaderas. Se observa, en consecuencia, que un mayor tamaño no es un factor determinante para el conocimiento y fácil recuerdo de una especie vegetal.

Atendiendo a su relación con el hombre, el 68,2% de las respuestas corresponden a plantas de entornos culinarios, el 21,0% a ornamentales (parques, jardines, domésticas) y el 2,5% a medicinales o estupefacientes, mientras que un 8,3% recoge aquellas sin uso habitual por el ser humano, presentes en el medio natural. Puede apreciarse que las plantas comestibles constituyen la categoría más representada según este tercer criterio.

Esta variedad de nombres recogidos presenta una muy dispar frecuencia de aparición, resultando un extremo en el que 84 de ellos fueron nombrados solo por una de las parejas de estudiantes y solo 1 de ellos fue nombrado por todas las parejas. En la Tabla 1 se pueden consultar los nombres de las plantas fanerógamas más nombradas desglosadas según los criterios y categorías expuestos.

En relación al porcentaje general de respuestas obtenidas el listado cuenta con 14 plantas nombradas por al menos tres cuartas partes de los estudiantes: «rosa» (100,0%), «margarita» (95,6%), «naranjo» (93,3%), «gira-

sol» (88,9%), «pino» (88,9%), «limonero» (88,9%), «olivo» (84,4%), «manzano» (82,2%), «tulipán» (77,8%), «tomillo» (77,8%), «peral» (77,8%), «hierbabuena» (75,6%), «perejil» (75,6%) y «almendro» (75,6%). Un segundo bloque con otras 14 plantas han sido nombradas por entre la mitad y tres cuartos de los estudiantes: «amapola» (73,3%), «vid» (71,1%), «cerezo» (71,1%), «romero» (68,9%), «tomatera» (68,9%), «lechuga» (66,7%), «platanera» (66,7%), «aloe» (62,2%), «orégano» (62,2%), «jazmín» (60,0%), «albahaca» (60,0%), «higuera» (60,0%), «melocotonero» (60,0%) y «clavel» (57,8%). El bloque de las nombradas entre un cuarto y la mitad de los estudiantes cuenta con 47 plantas y el último cuarto inferior presenta el mayor número, 192.

Tabla 1. Desglose general de respuestas sobre plantas fanerógamas

CRITERIO	CATEGORÍA	PORCENTAJE	NOMBRES MÁS FRECUENTES
Taxonomía	Dicotiledónea	81,7 %	rosa, margarita, naranjo, girasol, limonero
	Monocotiledónea	14,5 %	tulipán, platanera, aloe, cebolla, cocotero
	Gimnosperma	3,8 %	pino, abeto, ciprés, secuoya, pinsapo, tejo
Porte	Hierba	51,0 %	margarita, girasol, tulipán, perejil
	Árbol	36,5 %	naranjo, pino, limonero, olivo, manzano
	Arbusto	12,5 %	rosa, tomillo, vid, romero, aloe, chumbera
Uso	Culinario	68,2 %	girasol, hierbabuena, perejil, tomatera
	Ornamental	21,0 %	margarita, tulipán, clavel, lirio, orquídea
	Sin uso frecuente	8,3 %	amapola, ciprés, diente de león, salvia
	Estupefaciente	2,5 %	marihuana, tabaco, incienso, café, coca

Nota. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los docentes universitarios responsables de la formación inicial del profesorado de Educación Primaria no pueden asumir, en el momento de iniciar sus clases, que el alumnado presente ya un conocimiento adecuado de la biodiversidad del Reino Vegetal. Por lo tanto, es necesario abordar aspectos básicos de conocimiento del contenido antes de abordar el conocimiento didáctico del contenido.

Solo 1 de las 45 parejas de estudiantes cumplimentó la prueba propuesta en su totalidad: el hecho de no ser capaz de escribir el nombre de 100 plantas en 30 minutos, a partir del diálogo con un igual, sin consultar ninguna fuente de información, se considera un nivel de partida muy bajo del cual el docente universitario ha de ser conocedor. Si bien es cierto que la media resultante alcanza los 51 nombres, esta cifra corresponde a plantas cuyo nombre conocen, pero cuyos ejemplares no necesariamente reconocen.

Un reducido grupo de 28 nombres de plantas fanerógamas es compartido por al menos la mitad de los estudiantes y las plantas más nombradas son aquellas relacionadas con entornos culinarios. Se propone utilizar esta información para desarrollar actividades en las que se combine un grado de dificultad bajo con otro medio para abordar el tema.

Se observa que los estudiantes poseen un conocimiento muy reducido sobre nombres de plantas medicinales. Pueden diseñarse actividades intergeneracionales en las que los conocimientos etnobotánicos sean transmitidos en contextos familiares.

Puede resultar interesante aprovechar la presencia en el grupo de estudiantes que hayan crecido en otras regiones biogeográficas y que conozcan plantas propias de zonas como centro y norte de Europa (algunos estudiantes del Programa Erasmus) o Sudamérica para compartir conocimientos con la clase a través de sus iguales.

El conocimiento que adquieran los estudiantes del Grado en Educación Primaria sobre biodiversidad vegetal es la clave para establecer las bases de su competencia futura ante el alumnado de Educación Primaria en esta materia.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se enmarca en el proyecto PGC2018-097988-A-I00 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España) e incluye cofinanciación europea con fondos FEDER.

REFERENCIAS

Ahi, B., Atasoy, V. y Balci, S. (2018). An analysis of plant blindness in Turkish textbooks used at the basic education level. *Journal of Baltic Science Education, 17*(2), 277-287.

Balas, B. y Momsen, J. L. (2014). Attention "blinks" differently for plants and animals. *CBE—Life Sciences Education, 13*(3), 437-443.

Barman, C. R., Stein, M., McNair, S. y Barman, N. S. (2006). Students' ideas about plants & plant growth. *The American Biology Teacher, 68*(2), 73-79.

Bebbington, A. (2005). The ability of A-level students to name plants. *Journal of Biological Education, 39*(2), 63-67.

Bermudez, G. M. A., Díaz, S. y De Longhi, A. L. (2018). Native plant naming by high-school students of different socioeconomic status: implications for botany education. *International Journal of Science Education, 40*(1), 46-66. DOI: 10.1080/09500693.2017.1397297

Moreno Fernández, P. J. (2015). *Manual de Investigación en Educación. Talleres de Trabajo.* Bogotá, Colombia: Unisalle.

Palmberg, I. E., Kärkkäinen, S., Jeronen, E., Yli-Panula, E. y Persson, C. (2019). Nordic Student Teachers' Views on the Most Efficient Teaching and Learning Methods for Species and Species Identification. *Sustainability, 11*(5231), 1-19.

Patrick, P. y Tunnicliffe, S. (2011). What Plants and Animals Do Early Childhood and Primary Students' Name? Where Do They See Them? *Journal of Science Education and Technology, 20*(5), 630-642.

Prokop, P., Prokop, M. y Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education, 42*(1), 36-39. DOI: 10.1080/00219266.2007.9656105

Ruggiero M. A., Gordon D. P., Orrell T. M., Bailly N., Bourgoin T., Brusca, R. C., Cavalier-Smith, T., Guiry, M. D. y Kirk, P. M. (2015) A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS ONE 10*(4): e0119248. DOI: 10.1371/journal.pone.0119248

Schussler, E. E., Link-Pérez, M. A., Weber, K. M. y Dollo, V. H. (2010). Exploring plant and animal content in elementary science textbooks. *Journal of Biological Education, 44*(3), 123-128. DOI:10.1080/00219266.2010.9656208

Silva, A. P. M., Silva, M. F. S., Rocha, F. M. R. y Andrade, I. M. (2015). Practical as a strategy for knowledge in Botany in elementary education. *Holos, 31*(8), 68-79.

Uno, G. E. (2009). Botanical literacy: What and how should students learn about plants? *American Journal of Botany, 96*(1), 1753-1759. DOI: 10.3732/ajb.0900025

Urones Jambrina, C., Escobar, B. y Vacas Peña, J. M. (2013). Las plantas en los libros de Conocimiento del Medio de 2º ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 10*(3), 328-352.

Wandersee, J. H. y Schussler, E. E. (1999). Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher, 61*(2), 82-86.

CF.29 Estrategias educativas y su influencia en la autoestima del alumnado de Formación Profesional Básica

Sandra López Santos, María de los Ángeles de las Heras y Roque Jiménez Pérez

RESUMEN

Las necesidades psico-sociales que, de manera general, caracterizan al alumnado de Formación Profesional Básica (FPB), se encuentran agravadas en los casos concretos de los estudiantes objeto de estudio por su situación potencial y real de riesgo de exclusión social, dado que pertenecen a un centro de compensatoria. El objetivo de esta investigación es conocer si existe una mejora en la autoestima del alumnado al implementar una metodología que conduzca, por tanto, a la existencia de un clima de aula adecuado y que promueva la inclusión social del mismo, usando las bases de la Investigación Escolar. La muestra está constituía por 10 estudiantes de FPB de un centro de Andalucía, durante el curso 2018-2019. Se usa una escala de medida para la autoestima y narrativas de los estudiantes. Los resultados muestran que se produce una mejora en la autoestima del alumnado tras la intervención.

Palabras clave: Formación Profesional Básica (FPB); inclusión social; autoestima; clima de aula.

INTRODUCCIÓN

El entorno social debe influir en las intervenciones del maestro, en los ambientes de aula incluso en los resultados de los estudiantes (Sebastián, Herman y Reinke, 2019), por esta razón los problemas de los adolescentes nunca están al margen de la sociedad (Vega, López y Garín, 2013). Los estudiantes que han tenido experiencias

educativas negativas, verán mermada su capacidad de motivación, interés por estudiar y su autoestima (Martínez-Carmona, 2018). Retrospectivamente, tenemos que el fracaso escolar daña la imagen que los estudiantes tienen de sí mismos (Iqbal, 2018) y estas pérdidas en su autoestima personal, influyen directamente en el fracaso escolar (Muelas 2013, citado en Cid, 2019). La falta de respuestas coherentes a las necesidades de estos adolescentes no sólo refuerza sus problemas, sino que también augura un futuro incierto para su desarrollo personal y social que no es otro que el de la exclusión con sus profundas raíces (Vega, López y Garín, 2013).

En general, el alumnado que llega a los programas de iniciación profesional acarrea consigo grandes dificultades como fuertes sentimientos de exclusión, problemas de acoso escolar y aislamiento (Monserrat y Melendro, 2017), falta de motivación, interés y hábitos de estudio, carencia de respeto con las normas y los límites, fuerte sentimiento de fracaso y baja autoestima académica y personal (Aramendi, Bujan y Arburua, 2017). En este sentido, además de estas carencias escolares en relación a los aprendizajes básicos para la vida y sentimientos de rechazo por el estudio, tienen su autoestima como aprendices fragmentada, no presentan perspectivas ulteriores y no poseen capacidades para realizar planes reales, por lo que una manera de fortalecer la autoestima y de resolver los problemas de actitud en el alumnado es por medio de Programas de Formación Profesional Inicial (Real y Fernández, 2016 citado en Martínez-Carmona 2018). Además, es importante considerar que los contenidos a trabajar en el aula deben guardar significatividad lógica y coherente (Palomino, 2018), por lo que, se usan las bases de la investigación escolar, que favorecen la construcción de conocimientos significativos en el alumnado (Cano, 2009), permitiendo la asimilación de esquemas básicos dentro de las ciencias experimentales (Del Carmen, 1987).Díaz-Barriga y Hernández (2010), sitúan la investigación escolar dentro de la enseñanza situada a través de la cual se pretende alcanzar una verdadera educación para la vida comprometida con el desarrollo de la persona y con su formación social en sentido amplio, cuyas actividades implican aspectos intelectuales, emocionales, movilizando ideas, procedimientos y actitudes refleja Cano (2009). Su punto de partida son problemas susceptibles de interesar intelectual y afectivamente a los estudiantes (Del Carmen, 1987), permitiendo crear nuevas realidades, corregir e inventar (González, Zerpa, Gutiérrez y Pirela, 2007), adecuándose al contexto del aula (Del Carmen, 1987).

OBJETIVOS

En base a lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar si un clima de aula adecuado, promovido por una metodología que se basa en los principios de la Investigación Escolar, influye positivamente en la autoestima de los estudiantes, con la finalidad de promocionar la competencia personal y social del alumnado y, por tanto, para lograr su inclusión social.

METODOLOGÍA

Se utiliza una metodología de carácter mixto al considerar enfoques cualitativos y cuantitativos, con la finalidad de llevar a cabo una triangulación de los datos obtenidos. El análisis de los datos obtenidos a través del test de autoestima es de naturaleza cuantitativa y se realiza a través del programa estadístico SPSS. Se trata de un diseño cuasi-experimental, debido a que no hay asignación por azar de los sujetos a los grupos al haber un solo grupo. Tiene medidas pre y post y de grupo único. El análisis de las respuestas vertidas por los estudiantes en las narrativas, es de naturaleza cualitativa, usando para ello una tabla de categorías elaborada para tal fin.

CONTEXTO Y SUJETOS

La muestra objeto de estudio, está compuesta por diez estudiantes, nueve de género masculino y uno femenino, del segundo curso de FPB de la especialidad en informática y comunicaciones, cuyas edades oscilan entre 16 y los 18 años, y que se encuentran en situación de riesgo psicosocial y de exclusión, caracterizados perso-

nalmente por su heterogeneidad y diversidad. Todos proceden de familias desestructuradas. Nueve de ellos provienen de barrios marginales y además tienen serios problemas económicos. Dos son de etnia gitana y otros dos son sudamericanos. Ocho de ellos consumen de forma habitual alcohol y algún otro tipo de estupefaciente. Uno de ellos se encuentra diagnosticado como Asperger, otros tres están diagnosticados de Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad y otro tiene un fuerte trastorno negativista desafiante. Todos traen consigo un largo historial académico de fracaso escolar y tienen una fuerte tendencia al absentismo.

PROCESO DE INTERVENCIÓN

La intervención se realiza en el curso 2018/2019, de enero hasta abril, en el Módulo de Ciencias Aplicadas. Debido a los recursos de los que dispone el centro, la mayor parte de las actividades se llevan a cabo en las instalaciones del mismo: diferentes aulas de FPB 1 y 2, el taller o el patio. Para el diseño de actividades tenemos en cuenta que los contenidos a trabajar se encuentren incluidos en la Orden de 8 de noviembre de 2016, que recoge los contenidos de los módulos de Ciencias Aplicadas I y II de FPB. Con la intención de atender a uno de los principios de la Investigación Escolar, se solicita a los estudiantes que pre-seleccionen los contenidos según su interés ya que trabajar problemas relacionados con los intereses de los estudiantes favorece la construcción social del conocimiento (Cañal, Lledó, Pozuelos y Travé, 1997). Entre contenidos relacionados con la física, el medio ambiente y la salud, presentados en un listado de 10 contenidos, son seleccionados los de salud. Se dividen los contenidos en tres secuencias didácticas: La nutrición, los hábitos saludables y la sexualidad. La planificación y el diseño de las actividades siguen las fases establecidas por Díaz-Barriga y Hernández (2010) de: apertura, desarrollo y cierre. En este trabajo y por razones de espacio, se escoge la secuencia de la nutrición. En el diseño de esta secuencia, la finalidad de ajustarnos a las necesidades de los estudiantes para sensibilizarlos y para captar su atención e interés, se tienen en consideración los siguientes aspectos:

- La alumna ha padecido anorexia y bulimia y sigue teniendo algunos episodios de ese trastorno.
- Por su precaria situación económica, nueve de los estudiantes hacen uso tanto del desayuno como del comedor gratuito del centro escolar, mostrando un gran descontrol nutricional, necesitando, en múltiples ocasiones, de la ayuda del colegio para obtener alimentos para sus familias.
- Uno de ellos, muestra ciertos indicios de vigorexia.

En la Tabla 1, se indica los tipos de actividades llevados a cabo a lo largo de la secuencia en cada una de las fases y la descripción e intencionalidad de la misma.

Tabla 1. Tipo de actividades y su descripción en la secuencia didáctica de la Nutrición

NUTRICIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD (DÍAZ-BARRIGA Y HERNÁNDEZ, 2010)	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Fase apertura	Actividad focal introductoria e ilustraciones	Se realiza una introducción sobre la importancia de una alimentación saludable usando una presentación, añadiendo a la misma imagen impactantes de personas que han padecido anorexia o bulimia, promoviéndose el debate en el aula. Se pretende sensibilizar al alumnado.
	Torbellino de ideas	Se realiza la lectura de dos artículos de prensa escrita sobre desnutrición y obesidad infantil, impulsando un análisis superficial de las desigualdades sociales. Se pretende sensibilizar al alumnado.
	Discusiones guiadas	Se presentan casos reales de personas con enfermedades provocadas por trastornos alimentarios y se debate sobre cada uno de ellos.
Fase desarrollo	El discurso del docente: entre explicar y convencer	De forma introductoria y aludiendo a la sesión anterior, el docente realiza una exposición acerca de la importancia de una alimentación saludable, incitando a la participación y a la opinión de los estudiantes, haciendo hincapié en la anorexia, bulimia y vigorexia.
	Aprendizaje en equipo Investigación en grupo	Se propone que cada uno de los equipos formados investigue un grupo alimentario, así como un tipo de dieta concreto, analizando los pros y los contras de la misma, para después realizar una puesta en común en donde sean ellos los que expliquen al resto de compañeros. Trabajan conjuntamente las etiquetas de los alimentos, de restos de bolsas de paquetes de patatas y batidos que han dejado en la papelera y tirados por el patio. Se otorga al alumnado autonomía y cierta libertad a la hora de trabajar.
	Aprendizaje en equipo	Se colocan por parejas para describir la dieta que siguen en casa y realizan un análisis conjunto de cada una de ellas. Posteriormente, proponen una dieta saludable y una receta. Para motivar a los estudiantes, se le otorga autonomía y libertad a la hora de trabajar, tomar decisiones e incluso a la hora de evaluar a sus propios compañeros adquiriendo el rol docente.
	Aprendizaje basado en el análisis y discusión de casos Rompecabezas	Cada uno de los tres grupos realizados debe analizar un caso de malos hábitos alimentarios, adquiriendo el rol de nutricionista. Un alumno por grupo será elegido para interpretar este papel y para ello vestirá una bata blanca prestada por un profesor de primaria para esta sesión. El nutricionista debe de atender a su paciente (un compañero de su mismo grupo) para resolverle su problema. Posteriormente, se hará una puesta común.
Fase cierre	Analogía	Sesión de cierre en la que se recapitula y reorganiza todo lo trabajado en sesiones previas, buscando analogías a los problemas alimenticios mundiales.

Además del empleo de los contenidos como recurso para motivar y captar el interés de los estudiantes, es importante que, también, a través del clima de aula se refuercen las relaciones positivas, tanto entre compañeros, previniendo y resolviendo de forma positiva los conflictos surgidos durante las actividades, como la relación discente-profesor. En este caso, el docente debe facilitar la creación de un flujo emocionalmente positivo en la que el estudiante se sienta cómodo en el aula.

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para medir la autoestima de los estudiantes, se emplea el Test de Rosenberg o Escala de Autoestima de Rosenberg (EAR), adaptado por González y Pagán (2017), por ajustarse a las necesidades de nuestro estudio. Se compone de una mezcla de 10 elementos redactados de manera positiva y negativa (Mckay, Boduszkey y Harwey, 2014), siendo 5 ítems formulados en positivo: 1, 3, 4, 6 y 7 y los otros cinco en negativo: 2, 5, 8, 9 y 10. Siguiendo a González y Pagán (2010), los ítems positivos se calificaron de 4 a 1 y los negativos en sentido inverso, 1 a 4. El puntaje más bajo que se puede obtener es 10 y el más alto es 40, donde elevadas puntaciones sugieren una alta valía personal y mucho respeto a sí mismo, con una escala de respuesta de cuatro puntos, cuyos límites, por este orden, lo constituyen las respuestas de:

A. Muy en desacuerdo; B. En desacuerdo; C. De acuerdo y D. Muy de acuerdo.

La narrativa, nos ayuda a captar el conocimiento que la persona construye a través de su experiencia, permitiéndonos conocer la verdadera esencia de la educación (Landín y Sánchez, 2019), es realizada por los estudiantes tras la intervención, para que éstos expresen su opinión. Debido a la naturaleza y el funcionamiento de estos estudiantes se hace necesario dirigir la narrativa utilizando 15 preguntas, de forma que ellos sepan exactamente a qué tienen que contestar y se explayen lo suficiente para volcar una información relevante para el estudio. Las preguntas de la 1 a la 6 y la 13, tratan el papel docente, en cuanto a la organización del tiempo y de los contenidos así como la metodología aplicada en el aula. Las preguntas 7 y 8, se centran en la opinión personal del alumnado acerca de las diferentes secuencias didácticas trabajadas. Las preguntas 9 y 15 consisten en el papel del alumnado y el resto de preguntas se centran en el clima de aula. Por razones de espacio no se incluye el cuestionario.

La fiabilidad de la escala se ha cuantificado con el Coeficiente Alpha de Cronbach (α), de consistencia interna de las medidas. La Tabla 2 recoge los resultados del análisis de fiabilidad. Al ser un diseño con medidas pre-post, solo debe comprobarse la Normalidad de las distribuciones. Los resultados sobre fiabilidad revelan coeficientes, en general, superiores al mínimo recomendado (α= .70).

Tabla 2. Número de elementos, Alpha de Cronbach y p valor (S-W)

	α	n	P valor
1. Autoestima	.69	10	.79

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, reflejan que ocho de los 10 estudiantes, mejora su autoestima, tal y como se observa en la Figura 1 que muestra un gráfico en el que se representa la evolución de la autoestima en cada uno de los estudiantes participantes, representando las columnas azules los resultados obtenidos de forma previa a la intervención y a través de la línea naranja aquellos resultados obtenidos de forma posterior:

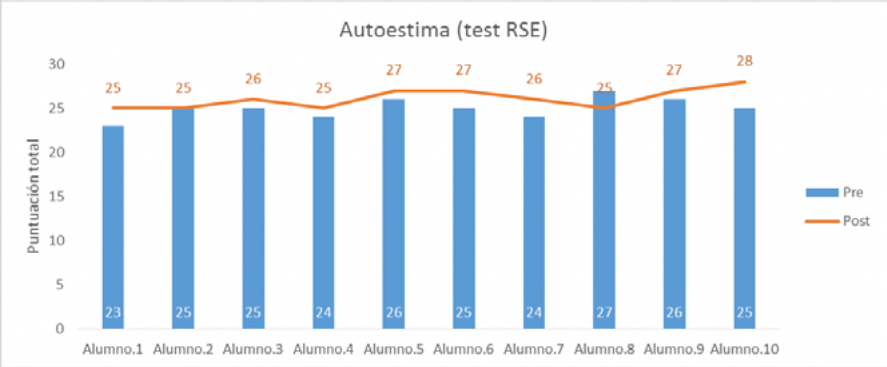


Figura 1. Evolución de la autoestima antes y después de la intervención

Según este gráfico, tenemos que, salvo los alumnos A2 y A8, todos los demás han experimentado una mejora en su autoestima tras la intervención. En este caso, es de destacar que el alumno A2 está diagnosticado por el servicio de salud mental como asperger, aunque existe un conflicto entre este diagnóstico y el establecido por la orientación del centro. Lo que sí es cierto, es que es un alumno al que le cuesta conectar y con el que es difícil interactuar. El alumno A8, está diagnosticado con un trastorno negativista desafiante con episodios depresivos. En este caso, lo máximo que llegamos a conseguir es que resuelva su tendencia absentista y agresiva en el aula y participe, aunque se involucre poco emocionalmente.

Teniendo en consideración que los alumnos A2 y A8 no experimentan mejora de su autoestima, es importante apuntar que ambos sientes que el cambio metodológico experimentado durante la intervención positivo y siendo las clases diferentes y divertidas, aunque A8 afirma que "no es que haya aprendido demasiado" o "nos hemos divertido y reído mucho, aunque trabajar en grupo es un coñazo."

En cuanto al papel docente, en lo que respecta a la metodología, tenemos que todos los estudiantes manifiestan haber detectado que con la intervención se ha producido un cambio metodológico, entendiendo que éste ha sido a mejor, diciendo el alumno A1 que "las clases de la maestra son interesantes porque ella te enseña cosas de la vida que aplicas en tu día a día" o que el trabajo ha sido más entretenido porque los temas los escogimos nosotros y son más interesantes que el cambio climático o la tabla periódica", mientras que A5 afirma que "son clases interesantes y nunca se hace lo mismo." A6 afirma "a mi me gusta más trabajar así porque el tiempo pasa rápido y por qué no aprendes tonteras" y A5 establece que "me ha gustado más así porque es más guay dar yo las clases y poner las notas que está siempre liado haciendo ecuaciones" o el A4, que determina que "ahora he cogido mucho interés porque no son clases normales y el trabajo de clase tampoco es la habitual de un colegio".En este caso, además, tenemos que A2 afirma que "el segundo trimestre ha sido mejor porque hemos hablado de muchas cosas mas interesantes", además expresa "hemos elegido los temas que íbamos a estudiar y eso mola", mientras que A8 explica que "el cambio ha sido que hemos trabajado de forma más dinámica y divertida."

Además, en lo que respecta a la metodología, el alumno A9 admite que "el día que di la clase yo, me di cuenta que me desenvuelvo bien y superé algunos miedos", el A10"me parecen clases divertidas porque ella nos deja trabajar a nuestro rollo y siempre hacemos cosas que nos gustan" o A6 que afirma "las clases me parecen muy interesantes porque hemos hablado de cosas que antes no habíamos hablado y de forma diferente, además algunas clases las dábamos nosotros entre nosotros y nos poníamos la nota."

En cuanto al papel del alumnado en cuestión durante en la intervención, tenemos que, los estudiantes participantes afirman trabajar activamente en clase. El alumno A4 dice que es en la asignatura que más trabaja siempre y A1 que solo trabaja con la maestra en esta asignatura en concreto. En cuanto al clima de aula, todos los alumnos coinciden en que la profesora ha sido cariñosa, cercana y respetuosa en el trato diario. A6 dice que

"ha sido cariñosa y muchas veces ni lo hemos merecido, nos hacía sentir bien", A9 dice que "es una amiga que me llevo", A10 "todo el mundo la quiere mucho. La vamos a echar de menos por el cariño que nos da siempre", apuntando A4 que "ella quiere que todos nos tengamos respeto a todos, hasta a los perros y es simpática."

Tanto a través de los test de autoestima como de las narrativas se extrae que existe una evolución positiva en la mayor parte del alumnado, que de una forma u otra se involucra y consigue mejorar la opinión que tiene de sí mismo.

CONCLUSIONES

Tras la aplicación de la propuesta de intervención, se observa una mejora en la autoestima de ocho de los 10 estudiantes participantes, que se refleja en la motivación y en la implicación en las diferentes actividades de aula, así como en la mejora del absentismo. Para lograrlo ha sido imprescindible utilizar una metodología adaptada a las necesidades del alumnado participante. Los contenidos se seleccionan en función de los intereses particulares de los estudiantes y se plantean dentro de la secuencia de una forma adaptada a la situación personal de cada uno de ellos intentando crear un lazo emocional entre el contenido y la vida del alumnado. Por otra parte, a través de esta metodología se pretende plantear el contenido de una forma divertida permitiendo la autonomía del alumnado, despertando la implicación y la motivación del mismo.

Los dos estudiantes que no mejoran su autoestima, manifiestan en la narrativa que les gusta el cambio metodológico, que han trabajado más y mejor y que la profesora ha sido afectuosa y atenta siempre con ellos.

Los distintos factores anteriormente señalados, junto con la potenciación de interrelaciones profesor-estudiante, hacen posible la existencia de un clima de aula propicio para la adecuada adaptación de la metodología a las necesidades del alumnado, considerándolo un elemento imprescindible de la intervención.

Tras el estudio realizado se entiende que, la estrategia seleccionada para esta investigación, permite la integración activa de los estudiantes en la dinámica del aula, como:

- La selección de la temática a trabajar por parte del alumnado permite que aborden una temática acorde con sus intereses. En este sentido, tenemos que, dentro de la investigación escolar, la selección y elaboración del tema a investigar resulta de gran importancia, no implicando necesariamente que el objeto de estudio tenga que surgir del alumnado en cuestión (Del Carmen, 1987).

- El trabajo e interacción entre compañeros permite, fortalecer el desarrollo de la competencia social y emocional (Jadue, 2002), y se favorece una buena convivencia escolar y una formación integral de los estudiantes (Herrera y Rico, 2015). El clima de aula generado, es decir, las diversas interacciones en el aula, características y actitudes de las personas e incluso las practicas pedagógicas influyen directamente en la autoestima (Parada, Valbuena y Ramírez, 2016).

- Mejorar el rendimiento académico, aumenta su autoestima, ya que tal y como afirma Rabell (2012), ambos son constructos relacionados de manera positiva y significativa y ambos son excelentes productores entre sí.

BIBLIOGRAFÍA

Aramendi, P., Bujan, K. y Arburua, R.(2017). La educación para la salud en los programas de iniciación profesional.*Bordón*, 67(2), 27-44.

Cano, M. I. (2009). Investigación escolar: un asunto de enseñanza y aprendizaje en la educación secundaria. *Revista Investigación en la Escuela*, 67, 63-79.

Cañal, P., Lledó, A.I., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (1997). *Investigar en la escuela. Elementos para una enseñanza alternativa*. Sevilla, España: Díada.

Cid, S. (2019). *Influencia de las habilidades cognitivas y emocionales en el rendimiento académico del alumnado de educación secundaria obligatoria y Formación Profesional Básica* (Tesis doctoral inédita). Universidad del País Vasco, San Sebastián, España.

Del Carmen, L. (1987). La investigación en el aula: análisis de algunos aspectos metodológicos. *Revista Investigación en la Escuela*, 1, 51-56

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.

González, J.A. y Pagán, O.M. (2017). Validación y análisis de la dimensionalidad de la escala de autoestima de Rosenberg en mujeres puertorriqueñas: ¿unifactorial o bifactorial? *Apuntes de Psicología*, 35(3), 169-177.

González, N., Zerpa, M.L., Gutiérrez, D. y Pirela, C. (2007). La investigación educativa en el hacer docente. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 13(23), 279-309.

Iqbal, B. (2018). The Impact of Academic Failure on the Self-Concept of Elementary Grade Students. *Bulletin of Education and Research August*. 40(2), 13-2.

Herrera, K. y Rico, R. (2014). El clima escolar como elemento fundamental de la convivencia en la escuela. *Escenarios*, 12 (2), 7-18.

Jadue, G. (2002). Factores psicológicos que predisponen al bajo rendimiento, al fracaso y a la deserción social. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, (28),193-204. DOI. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052002000100012

Landín, M.R. y Sánchez, S.I. (2019). El método biográfico-narrativo. Una herramienta para la investigación educativa. *Educación XXVIII* (54), 227-242. DOI http://dx.doi.org/10.18800/educacicion.201901.011.

Martínez-Carmona, M.J. (2018*). Análisis y valoración de los ciclos de Formación Profesional Básica como medida de atención a la diversidad a través del alumnado y del profesorado* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

Mckay, M., Boduszkey D.&Harwey, S. (2014). The Rosenberg Self-Esteem Scale: A BifactorAnswer to a Two-Factor Question?. *Journal of Personality Assessment*, 96(6), 654-660. DOI https://doi.org/10.1080/00223891.2014.923436

Monserrat, C. y Melendro, M. (2017). ¿Qué habilidades y competencias se valoran de los profesionales que trabajan con adolescencia en riesgo de exclusión social? Análisis desde la acción socioeducativa. *Revista Educación XX1*, 20(2), 113-135.

Palomino, J. O. (2018). *Aprendizaje significativo y las actitudes hacia las matemáticas del séptimo ciclo, y la institución educativa* (Tesis doctoral inédita), Universidad César Vallejo, Perú.

Parada, N.E., Valbuena, C.P. y Ramírez, G.A. (2016). La autoestima en el proceso educativo como un reto para el docente. *Educación y Ciencia*, 19,127-144.

Rabell, M. (2012). *Autoestima y rendimiento académico: un estudio aplicado al aula de educación primaria* (Trabajo fin de grado). Universidad internacional de La Rioja, Logroño, España.

Sebastian, J., Herman, K. C. & Reinke, W. (2019). Do organizational conditions influence teacher implementation of effective classroom management practices: finding form a randomized trial. *Journal of School Psychology*, 72, 134-149.

Vega, A., López, M. y Garín, S. (2013). Entre la crisis y la indignación. *Revista sociológica de pensamiento crítico*, 7(1), 315-336.

CF.30 Diseño e implementación de rúbricas para evaluación de la actividad docente en clases de ciencias

Ayla M. C. Bizerra, Jesús A. Meneses-Villagrá e Ilena M. Greca

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. aylamarciab@ubu.es

RESUMEN

Las metodologías de indagación y del proceso de diseño de ingeniería están siendo cada vez más utilizadas en las clases de ciencias, por lo cual es importante analizar la manera cómo son implementadas por los maestros. Este trabajo presenta la propuesta de dos rúbricas para evaluar clases de ciencias que utilicen estas metodologías para mejorar la práctica docente y presenta los resultados obtenidos a partir de su aplicación en actividades didácticas extracurriculares que utilizaron estas metodologías. Se observaron a doce maestros siguiendo los indicadores de las rúbricas y los principales resultados fueron que no todos tienen una percepción correcta de su acción en el aula y, por lo tanto, los datos que proporcionan las rúbricas permiten al docente cuestionarse sus prácticas docentes.

Palabras clave: Rúbricas; Metodología de Indagación; Metodología de Diseño de Ingeniería; Evaluación.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el movimiento educativo STEM refleja la necesidad de una educación que persiga conectar distintos instrumentos, perspectivas y metodologías didácticas y, con ello aumentar la alfabetización científica de la población (Domènech-Casal, Lope & Mora, 2019; Greca, 2018). Su entrada en el espacio educativo ha coincidido con la revitalización de metodologías activas específicas y generales que dan protagonismo al

alumnado involucrándolo en actividades de resolución de problemas en contextos reales. Según Li y colaboradores (2019), la educación en STEM ha tenido cada vez más importancia en la última década pues pretende proporcionar el desarrollo de habilidades y competencias fundamentales para el siglo XXI como: la capacidad de comunicación, el trabajo colaborativo, el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad (Li et al, 2019), utilizando la tecnología educativa y considerando la inclusión (Domènech-Casal, 2019).

Mientras la educación STEM va ganando más espacio y trae cambios en la educación, los maestros en formación necesitan de conocimientos para utilizar las metodologías apropiadas para este enfoque de forma reflexiva y adecuada en sus aulas. Por lo tanto, es fundamental incrementar la formación en STEM durante su formación, de manera que usen metodologías activas para ampliar sus conocimientos y habilidades, mejoren su capacidad de administrar el comportamiento de los estudiantes en sus clases y desarrollen el conocimiento pedagógico del contenido incorporando los objetivos STEM en sus prácticas (Greca, 2016). Para ayudar a evaluar la práctica docente son necesarios instrumentos de análisis que apoyen el desarrollo profesional del profesorado (Schoenfeld et al, 2018), que les permitan observar y analizar cómo desarrollan su actividad, ayudándoles a tomar decisiones sobre su actuación y reflexionar sobre su acción didáctica.

Aunque existen muchos instrumentos para evaluar los procesos educativos (Bresciani, Gardner & Hickmott, 2010), aún se necesita alguno más específico para los modelos educativos donde el protagonismo esté centrado en el alumnado (Shah, Wylie, Gitomer & Noam, 2018). Por esto, muchos autores desarrollan rúbricas de observación para ayudar a identificar las características de los métodos innovadores usados por el profesorado en sus clases y así, contribuir a mejorar la práctica docente. Hay diversas rúbricas de observación para ser utilizadas en matemáticas (Pianta et al. 2008, Danielson, 2011) y en ciencias (Minner & Delisi, 2012; Schultz & Pecheone, 2014), y cada una de ellas poniendo el énfasis en elementos y procedimientos de calificación distintos. Estas rúbricas pueden permitir caracterizaciones de lo que ocurre en las clases, así como ayudar a observar atentamente las interacciones entre profesores y estudiantes, los métodos y recursos utilizados por los docentes para orientar el aprendizaje, las maneras como el alumnado es involucrado en las actividades o la calidad del discurso y de los procesos de aprendizaje (Schoenfeld et al 2018; Shah, Wylie, Gitomer & Noam, 2018).

En el trabajo que aquí presentamos, inicialmente se proponen dos rúbricas con las mismas dimensiones (o dominios), una para evaluar clases de ciencias que utiliza la metodología didáctica de indagación y otra la de diseño de ingeniería (Meneses & Díez 2018; Diez-Ojeda, Ortiz-Revilla & Greca, 2019; Mata, Greca & Sanz, 2018) y, posteriormente se presentan los resultados obtenidos al aplicarlas en actividades didácticas extracurriculares que implementaron maestros utilizando las metodologías señaladas con estudiantes de educación primaria.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Rúbricas de observación

Las rúbricas son herramientas de evaluación para cuantificar observaciones cualitativas, que especifican el desempeño esperado y articulan expectativas sobre tareas o conjuntos de tareas; poseen ciertos criterios o dimensiones evaluados mediante distintos niveles de valoración y proporcionan caracterizaciones de lo que ocurre en las aulas (Araque-Marín, Torijano-Gutiérrez & Arango-Londoño, 2019; Andrade, 2010; Schoenfeld et al, 2018). Son utilizadas en todo tipo de evaluaciones (Shah, Wylie, Gitomer & Noam, 2018,) y cada vez más en los procesos de evaluación del alumnado y profesorado (Araque-Marín, Torijano-Gutiérrez & Arango-Londoño, 2019),

Las rúbricas de observación tienen bastante potencialidad para utilizarlas en los complejos procesos de formación de profesores, con la finalidad de mejorar la planificación didáctica y práctica en el aula. Para ello, según Schoenfeld et al (2018), deben basarse en teorías sólidas sobre el dominio de competencias que caracteriza la práctica docente; tener un número relativamente pequeño de dimensiones que sean fáciles de

analizar; y ser confiables, proporcionando el tipo de información cuantitativamente sólida que sea defendible en términos de medición.

Entre las principales ventajas del uso de las rúbricas se destacan las siguientes: permiten una evaluación justa y consistente, aumentan la objetividad de la evaluación, poseen gran potencial como herramientas de autoevaluación y retroalimentación, permiten alinear enseñanza, aprendizaje y evaluación, identifican los logros y aspectos a mejorar y ayudan a perfeccionar los métodos de enseñanza; es decir, al aplicarlas se puede comprender mejor la naturaleza de que lo que está siendo evaluado y ayuda a determinar el nivel de logro que se desea en el proceso de enseñanza (Jederman & Mateos, 2015; Puig, 2015; Johnson, Zheng, Crawford & Moylan, 2019).

Pero su implementación también tiene debilidades: fiabilidad relativa de los juicios, alineación limitada con las mejores prácticas dentro del área de instrucción o contenido relevante, por la calidad de la retroalimentación que pueden proporcionar y por la superposición limitada entre contenidos generales y específicos (Shah, Wylie, Gitomer & Noam, 2018; Johnson, Zheng, Crawford & Moylan, 2019; Johnson & Semmelroth, 2014; Álvarez, Bernadino, Pérez-Pueyo, 2019; Hafner & Hafner, 2003). Como ejemplo de estos problemas, Schoenfeld et al (2018) compararon tres rúbricas de observación ampliamente utilizadas en las aulas de matemáticas. Sus resultados mostraron que, de manera general, las rúbricas son muy distintas en relación con las propiedades deseables de los marcos de observación del aula y que las clases evaluadas obtuvieron puntuaciones diferentes al aplicar las tres rúbricas lo que puede tener consecuencias graves en las evaluaciones.

Construcción de la rúbrica

Para ayudar a los docentes en formación a mejorar su práctica docente hemos desarrollado dos rúbricas de observación, que sirvan como herramientas de autoevaluación de la aplicación de las metodologías de la indagación y del diseño de ingeniería., dos de las metodologías consideradas más apropiadas para el desarrollo de un enfoque STEM integrado. Han sido diseñadas a partir del protocolo "Reformed Teaching Observation Protocol" (RTOP; Sawada & Piburn, 2000).

El RTOP es un instrumento de observación desarrollado para evaluar el grado de enseñanza reformada en matemáticas y ciencias, que incorpora las nuevas recomendaciones y estándares para la enseñanza propuestos por profesionales, sociedades de matemáticos, científicos y educadores. Fue diseñado para evaluar cualquier clase de todos los niveles - desde la enseñanza primaria hasta la universidad - en una escala cuantitativa que valora niveles desde: nunca ocurrió(0), hasta, muy descriptivo(4). Su estructura consiste en 25 ítems divididos en 3 subconjuntos: i) Diseño e implementación de la lección – con 5 ítems –, donde se analizan las estrategias y actividades con respecto a los conocimientos previos de los alumnos; ii) Contenido – con 10 ítems que se divide en dos grupos de 5 - que evalúa los conocimientos proposicional y procesal; y iii) la Cultura del aula –con 10 ítems–, que analiza las interacciones comunicativas y las relaciones estudiantes/maestro. El uso de esta herramienta ha sido bastante reportado en la literatura, ya sea en su forma original (Amrein-Beardsley & Popp, 2012, Falconer, Wyckoff, Joshua & Sawada, 2001, Bartiromo & Etkina, 2009) o con cambios y adaptaciones (Park et al, 2014; Philipp, Johnson & Yezierski, 2014).

En nuestro trabajo, para evaluar las dos metodologías señaladas establecimos dos rúbricas con tres dimensiones (o dominios) comunes relacionados con el profesor e indicadores distintos para cada metodología. Los indicadores fueron adaptados de los originales del RTOP teniendo en cuenta las características específicas de cada metodología. La primera dimensión, '*desarrollo de actividades*', tiene 12 indicadores relacionados con el proceder del profesor en relación al desarrollo de las actividades: cómo aborda los conocimientos previos de los estudiantes, cómo direcciona al estudiante en su aprendizaje, lo incentiva a participar en las actividades y a emitir cuestionamientos e hipótesis, cómo promueve las acciones de los alumnos, cómo contesta a las acciones de los alumnos (feedback), ajusta su práctica de acuerdo con las necesidades y situaciones que sucedan, realiza

preguntas para interaccionar con los alumnos involucrándolos activamente en el aprendizaje. Para la rúbrica del Proceso de Diseño de Ingeniería, en esta dimensión hay todos estos indicadores y más uno: el profesor incentiva que el alumnado haga dibujos o bocetos para la solución del problema. Esto se debe por la característica de esta metodología en planificar prototipos. La segunda dimensión, '*conocimiento científico y dominio pedagógico*', tiene 11 indicadores: dominio de los conocimientos científicos, seguridad en expresarlos, uso de técnicas de cuestionamientos y discusión vinculados a los conceptos, cualidades del contenido y su abordaje, conexiones con otros conceptos y /o disciplinas, flexibilidad y capacidad de respuesta, expresión con claridad adecuada para los alumnos, asociación de las ideas de los alumnos al conocimiento científico. Y la tercera dimensión '*ambiente en el aula*", con otros 11 indicadores, se refiere al clima e interacciones en el aula y las acciones que el profesor ejerce o transmite. Las calificaciones de los indicadores se registran de manera cualitativa (y cuantitativa) en los niveles: no se aplica (0), a veces (1), frecuentemente (2). Los indicadores e ítems definitivos resultaron después de un primer análisis y reformulación por dos especialistas en el área de didáctica de las ciencias experimentales, primero de forma independiente y después conjuntamente hasta consensuar el contenido del indicador y su redacción para facilitar la comprensión de los aplicadores de la rúbrica.

METODOLOGÍA

En este trabajo fue empleado un procedimiento basado en observaciones participantes y aplicación de las dos rúbricas en actividades extracurriculares realizadas en los "*Sábados de Ciencia*" (SC). Las actividades de los Sábados de Ciencia consisten en talleres de tres horas que utilizan la metodología indagatoria y el proceso de diseño de ingeniería como estrategias didácticas para enseñanza de ciencias de la naturaleza a niños de educación primaria (Mata, Greca y Sanz, 2018). Las actividades desarrolladas en los talleres parten de una situación problematizadora, los niños proponen problemas, expresan sus ideas, planifican experimentos o diseños, toman e interpretan datos o construyen prototipos, dan una solución al problema producto de las evidencias siguiendo una de las dos metodologías. Un total de doce docentes en formación fueron observados en este estudio con las dos rúbricas elaboradas. También fue realizada una entrevista a los docentes con el fin de investigar si existía una relación entre los datos obtenidos a través de las rúbricas, sus experiencias en SC, su experiencia docente y su opinión con relación a sus aciertos y fallos en sus desempeños.

RESULTADOS

Los valores que se presentan en los gráficos 1 y 2 corresponden a las puntuaciones totales obtenidas por los maestros en formación (PR) observados y analizados al aplicar las rúbricas. Esta puntuación es la suma de los niveles alcanzados en cada uno de los indicadores que conforman las tres dimensiones de la rúbrica.

Rúbrica para observación de actividades usando la *metodología de Indagación*

En la figura 1 se presentan los resultados obtenidos por los ocho PR que utilizaron la metodología de indagación en las 3 dimensiones de la rúbrica.

Con relación a la dimensión 1, se percibe que los maestros PR-2, PR-5 y PR-8 han obtenido la puntuación máxima. Contrastando estos datos con sus perfiles obtenidos a través de las entrevistas, tenemos que PR-5 y PR-8 ya tenían experiencia docente en aulas de formación ordinaria pero no en SC, mientras PR-2 solo había participado en los SC (8 veces). Sus puntos fuertes se refieren principalmente al uso correcto de la metodología de indagación para presentar la situación problematizadora, incentivar la emisión de hipótesis y los conocimientos previos de los estudiantes. En el extremo opuesto, está PR-3 (14 puntos), que coincide con el maestro que menos ha participado de estas actividades (2 veces) y no tiene ninguna experiencia docente. Sus principales carencias fueron: usar pocas veces el proceso indagatorio para orientar a los alumnos en la ejecu-

ción de las actividades, no realizar preguntas claras y no presentar adecuadamente el material a utilizar.

La principal dificultad detectada en PR-7 (17 puntos), que había participado 3 veces en SC, pero solo observando y era la primera vez que utilizaba la metodología de indagación, no fue capaz de aconsejar apropiadamente a los niños durante el proceso de la indagación. De acuerdo con su entrevista, "*en muchas ocasiones me encontraba un poco perdida y no sabía cómo guiar al grupo*". Esto es importante pues se refiere exactamente al uso de la metodología. Otro caso es el desempeño de PR-1 (19 puntos) pues, aunque era su tercera vez utilizando esta metodología cometió algunos errores: no incentivó que los niños explicasen sus acciones basándose en la explicación científica y en algunos momentos no incentivó la ejecución de la contrastación de las ideas o hipótesis de los estudiantes. En su entrevista creía que "*no había intervenido correctamente*". Es interesante destacar esta discrepancia, pues muchas veces el maestro cree que está ejecutando la metodología elegida de manera eficiente y adecuada, pero al recibir las evaluaciones externas reflexiona y se cuestiona sus acciones y actitudes en el aula. Esta es precisamente la finalidad de la rúbrica.

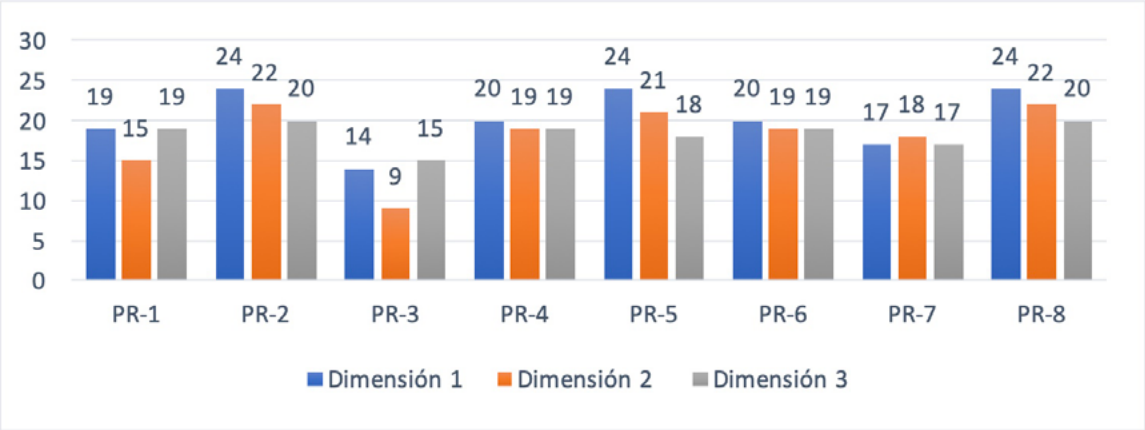


Figura 1 Resultados obtenidos al aplicar la Rúbrica para Metodología de Indagación

Sobre la dimensión 2, se observa que PR-8 y PR-2 son los maestros con la máxima puntuación (22 puntos) y los que tienen más experiencia docente y participaciones en los SC, respectivamente. Estas características les han conferido no solamente el dominio del contenido científico sino también seguridad para expresarlo, además de un vocabulario adecuado a los niños. La ausencia de vocabulario comprensible por los niños fue detectada en PR-5 (21 puntos), maestro con experiencia docente, pero poco consciente de que los alumnos no le entendían; su percepción, sin embargo, era: "*hablo demasiado y no dejo espacio para la actuación de los otros colegas*". Analizando los datos de PR-3 (9 puntos), se percibe que sus principales errores fueron: no relacionar los conceptos científicos con las actividades desarrolladas en el taller, no presentar los conceptos necesarios para la realización de las actividades y no exponer los conceptos teóricos a través de la metodología indagatoria. Estas lagunas se deben principalmente a la poca experiencia del sujeto en la práctica docente y regular conocimiento científico y de la metodología. Estas mismas deficiencias se detectaron en PR-1 (15 puntos), aunque en su entrevista se creía "*cómoda y segura utilizando esta metodología*". En consecuencia, el uso de la rúbrica es importante para ayudar a mejorar la acción y las actitudes del docente mostrándole sus defectos y aspectos que debe mejorar en su formación.

Por último, respecto a la dimensión 3, todos los maestros han mostrado buen criterio en sus acciones creando un buen ambiente en el aula. Son sobresalientes, como en las dimensiones anteriores, las puntuaciones de PR-2 y PR-8 (20 puntos). Sin embargo, en PR-3 se observó que no tenía total confianza en sí mismo: a veces le faltaba motivación para participar en las actividades e iniciativa de asistencia a los alumnos. En el resto de

los maestros, se observaron deficiencias relativas a una inadecuada o escasa comunicación con los niños y poca confianza para realizar las actividades, debido principalmente a falta de experiencia en la utilización de procesos indagatorios.

Por consiguiente, para que el docente tenga un buen desempeño en la práctica docente, no solo es necesario saber los conocimientos científicos y pedagógicos, sino también crear un buen clima de aula donde los estudiantes se expresen con libertad, interactúen entre ellos y con el profesor, saber guiar e incentivar el proceso indagatorio y sobre todo estar convencido de que la metodología que adopta es eficiente para el aprendizaje del estudiante.

Rúbrica para observación de actividades usando la Metodología de Proceso de Diseño de Ingeniería

En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos en las tres dimensiones de la segunda rúbrica, al observar a cuatro maestros que aplicaron la metodología del Proceso de Diseño de Ingeniería en la formación extraescolar llevada a cabo con niños en los Sábados Ciencia.

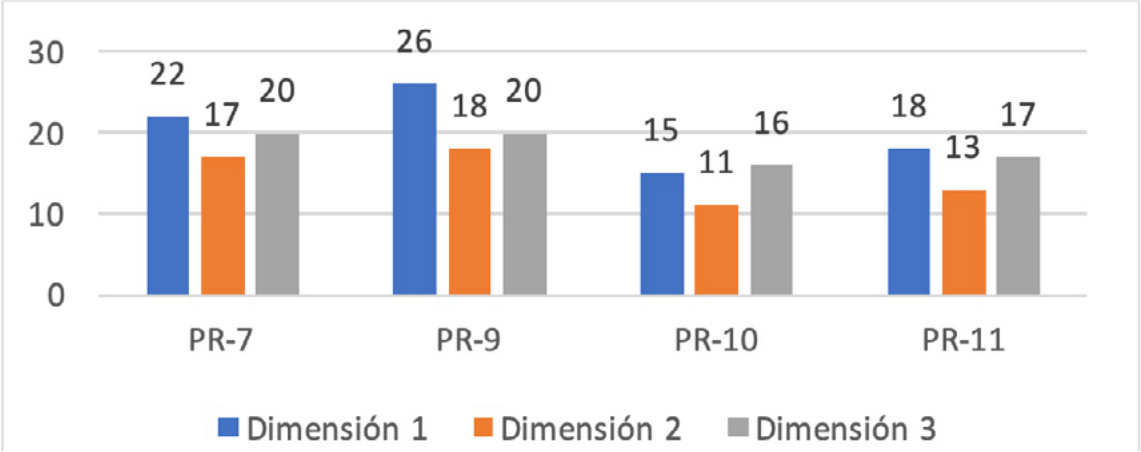


Figura 2 Resultados obtenidos al aplicar la Rúbrica de la metodología *Proceso de Diseño de Ingeniería*

Sobre la primera dimensión, solamente PR-9 ha obtenido la más alta puntuación. Esto se atribuye tanto a su experiencia en los SC – pues ha participado más de 20 veces – como docente en activo. El maestro ha seguido los principios metodológicos de esta metodología, permitiendo a los estudiantes crear listas de control, discutir ideas y realizar bocetos para la realización de las actividades. Según el maestro, él se sintió "*activo, dinámico, colaborativo y divertido*" trabajando con esta metodología. Los maestros PR-10 (15 puntos) y PR-11 (18 puntos), que habían participado 2 veces en SC y era la primera vez que utilizaban esta metodología, no tuvieron en cuenta sus fundamentos y características, por ejemplo, no incentivando a los alumnos a discutir sus ideas, ni a que realizaran dibujos o bocetos sobre el Producto a construir; sus acciones fueron muy parecidas, siguiendo las actividades preparadas sin dejar apenas pensar a los estudiantes en ellas o en posibles alternativas, teniendo por meta el que construyeran el Producto propuesto. Según su entrevista, PR-10 se considera "*una persona tímida y aún no preparada para dar clases*", pero ve en la participación en los SC "*una oportunidad de mejorar su práctica*". El maestro PR-7 ha participado también en actividades con metodología de indagación, pero en su caso, se sintió más "*seguro y confiado*" utilizando esta metodología por ya haberla utilizado otras veces.

En la segunda dimensión, otra vez PR-9 obtuvo la puntuación máxima, presentando seguridad en el conocimiento durante la actividad, proponiendo explicaciones de maneras distintas y con vocabulario adecuado

basado en la evidencia científica y aún relacionando los conceptos teóricos y prácticos de manera clara. Según el maestro tener experiencia en estas actividades le permite "*manejar con cierta soltura la metodología*". Esta misma explicación puede darse para el caso de PR-7, que también ha tenido un buen desempeño, y en su caso, su única carencia fue haber utilizado a veces un lenguaje inadecuado en las explicaciones científicas. En los docentes peor calificados, PR-10 y PR-11, se detectó inseguridad en el conocimiento del contenido, sus explicaciones no estaban basadas en la evidencia científica y no consiguieron que los estudiantes relacionaran los contenidos prácticos abordados con los tecnocientíficos.

Respecto a la tercera dimensión, en general todos los maestros tuvieron buenos desempeños. Los mejores, PR-9 y PR-7 presentaron confianza en sí mismos, observando atentamente todos los grupos, demostrando motivación en las actividades y comunicándose de manera clara con los alumnos. Según PR-9, su participación en estas actividades "*me ayudó a creer en la factibilidad del empleo de esta metodología y a desterrar ciertas reticencias acerca de la imposibilidad de guiar a niños con este tipo de metodología*". Aunque PR-10 y PR-11 hayan obtenido menor puntuación, sus deficiencias se deben fundamentalmente a falta de confianza en sí mismos, que sin duda la adquirirán con más práctica.

CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo presentó el diseño y validación de dos rúbricas de observación de la acción docente diseñadas específicamente para las metodologías de Indagación y del Proceso de Diseño de Ingeniería. Han resultado sencillas de usar y con ítems fácilmente detectables. Para validarlas, se realizaron entrevistas con los maestros en formación observados, así como se contrastaron los resultados con su experiencia docente con el uso de estas metodologías. El análisis inicial parece mostrar que la descripción obtenida mediante su uso coincide mayormente con la propia percepción de los observados, aunque permitiéndoles esclarecer, de forma más objetiva, en qué puntos deben mejorar. En este sentido, la aplicación de estas rubricas resultó útil para el proceso de reflexión sobre la práctica. Esta fue una experiencia piloto para analizar la eficiencia de las rúbricas en futuros trabajos, pretendiéndose aplicarla a otros contextos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, I. H., Bernardino, C. H. y Pérez-Pueyo, A. (2019). La evaluación formativa. El mito de las rubricas. Alternativas en la elaboración de instrumentos de evaluación en secundaria. *Infancia, Educación y Aprendizaje* (IEYA), 5(2) (edición especial), 601-609.

Amrein-Beardsley, A. y Popp, S. E. O. (2012). Peer observations among faculty in a college of education: investigating the summative and formative uses of the Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP). *Educat. Assessment, Evaluation and Accountability*, *24* (1), 5-24.

Andrade, H. (2010). Comprendiendo las rúbricas. *Enunciación*, *15* (1), 157-163.

Araque-Marín, P., Torijano-Gutiérrez, S. A. y Arango-Londoño, N. (2019). Diseño e implementación de evaluación del curso de Química General e inorgánica para estudiantes de ingeniería. *Revista EIA*, *16* (31), 131-143.

Bartiromo, T. y Etkina, E. (2009). Implementing Reform: Teachers' Beliefs about Students and the Curriculum. *AIP Conference Proceedings*, 1179, 89-92. Consultado al 26/01/2020 en https://doi.org/10.1063/1.3266762.

Bresciani, M. J., Gardner, M. y Hickmott, J. (2010). Demonstrating student success: A practical guide to outcomes-based assessment of learning and development in students' affairs. Sterling, VA: Stylus.

Danielson, C. (2011). *The Framework for Teaching evaluation instrument, Edition*. Downloaded. Consult. 27/12/2019, https://sde.ok.gov/sites/ok.gov.sde/files/SB-Feb12-7eFramework.pdf

Diez-Ojeda, M., Ortiz-Revilla, J. y Greca, I. M. (2019). Dificultades e impresiones sobre la implementación del proceso de diseño de ingeniería para la enseñanza de las ciencias en educación primaria. Boletín ENCIC, Revista del Grupo de InvestigaciónHUM-974, 3(2), 44-46.

Domènech-Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Ciències de l'Educació*, [S.l.], 154-168.

Domènech-Casal, J., Lope, S. y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y que dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basada en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias, 16* (2), 2203-2219.

Falconer, K., Wyckoff, S., Joshua, M. y Sawada, D. (2001). Effect of Reformed Courses in Physics and Physical Science on Student Conceptual Understanding. In 82nd Annual Meeting of the American Educational Research Association. Seattle, WA. Cons. 27/1/2020 en https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED452083.pdf.

Greca, I. M. (2016). Supporting pre-service elementar teachers in their understanding of inquiry teaching through the construction of a third discursive space. *International Journal of Science Education, 38* (5), 791-813.

Greca, I. M. (2018). La enseñanza STEAM en la educación primaria. In: Greca, I.; Meneses, J.A. (orgs). *STEAM* en educación primaria: aplicaciones prácticas. Dextra Editorial: Madrid. 19-40

Hafner, J. y Hafner, P. (2003) Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: an empirical study of student peer□group rating. *International Journal of Science Education*, *25*(12), 1509-1528.

Jederman, M. Q. y Mateos, J. E. G. (2015). Rúbricas como método efectivo de valoración en la evaluación del aprendizaje. *Alternativas, 16* (3), 5-13.

Johnson, E. S. y Semmelroth, C. L. (2014). Special education teacher evaluation: Why it matters, what makes it challenging. *Assessment for Effective Intervention*, *39*, 71–82.

Johnson, E. S., Zheng, Y., Crawford, A. R. y Moylan, L. A. (2019). Developing an Explicit Instruction Special Education Teacher Observation Rubric. *The Journal of Special Education*, *53*(1), 28–40.

Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., Englisch, L. D. y Dusch, R. A. (2019). On Thinking and STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, *2*, 1-13.

Mata, S., Greca, I. y Sanz, E. (2018). Aplicación de la indagación científica en inglés. En **28◦ Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo: A Coruña.**

Meneses J. A y Díez, M. (2018) El enfoque de enseñanza STEAM a través de la metodología de indagación (2018). In: Greca, I.; Meneses, J.A. (orgs). *STEAM* en educación primaria: aplicaciones prácticas. Dextra Editorial: Madrid. 47-82

Minner, D. y DeLisi, J. (2012). Inquiring into Science Instruction Observation Protocol (ISIOP) user manual. Waltham, MA: Education Development Center, Inc.

Park, J., Park, Y., Kim, Y., Park, J. y Jeong, J. (2014). The development of the Korean Teaching Observation Protocol (KTOP) for improving Science teaching and learning. *Journal of Baltic Science Education, 13* (2), 259-275.

Philipp, S. B., Johnson, D. K. y Yezierski, E. J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education Research and Practice, 15*, 777-786.

Pianta, R., La Paro, K. y Hamre, B. K. (2008). *Classroom assessment scoring system*. Baltimore: Paul H. Brookes.

Puig, M. S. (2015). La evaluación de competencias transversales a través de rúbricas, *@tic. revista d'innovació educativa*. 14. Cons. 6/1/2020 file:///C:/Users/aylam/Downloads/Dialnet-LavaluacioDeCompetenci-

esTransversalsATravesDeLesRu-5115999%20(1).pdf.

Sawada D. y Piburn M. (2000) Reformed teaching observation protocol (RTOP) Training Guide, Arizona State University: 10.

Schoenfeld, A. H., Floden, R., El Chidiac, F., Gillingham, D., Fink, H., Hu, S., Sayavedra, A., Weltman, A. y Zarkh, A. (2018). On Classroom Observations. *Journal for STEM Education Research*, *1*, 34–59.

Schultz, S. E. y Pecheone, R. L. (2014). Assessing quality teaching in science. In T. J. Kane, K. A. Kerr, & R. C. Pianta (Eds.), Designing teacher evaluation systems: New guidance from the measures of effective teaching project (pp. 444–492). New York, NY: John Wiley & Sons.

Shah, A. M., Wylie, C. Gitomer, D. y Noam, G. (2018). Improving STEM program quality in out-of-school-time: Tool development and validation. *Science Education*, *102*, 238–259.

CF.31 Evolución de las concepciones de futuros docentes de Educación Primaria sobre la anatomía y fisiología de la mujer en la alimentación con lactancia materna

Mireia Illescas-Navarro, Ana M. Criado, Marta Cruz-Guzmán

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.
millescas@us.es

RESUMEN

En el contexto de la enseñanza aprendizaje sobre el ser humano y la salud hay evidencias de que los conocimientos relacionados con la alimentación al inicio de la vida son mejorables. La finalidad de este estudio es exponer la evolución de las ideas sobre los factores que influyen en la biología de la mujer que amamanta, tras una intervención docente implementada con futuros docentes de Educación Primaria. Estos respondieron un cuestionario abierto, antes y después de la intervención. Los resultados mostraron modestas mejoras en los conocimientos sobre los aspectos anatómicos y fisiológicos de la mujer y un mayor progreso en el conocimiento de los factores externos implicados. Por otra parte no se consigue la superación de ciertas creencias, al requerir la comprensión del cuerpo humano como sistema.

Palabras clave: Formación de docentes; Educación Primaria; Enseñanza de las ciencias; Mamíferos; Lactancia materna

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Consideramos necesario contribuir al desarrollo de determinadas capacidades en la etapa de Educación Primaria en lo que respecta al conocimiento del funcionamiento del cuerpo humano y sus funciones, en relación con la pertenencia a los mamíferos, así como las prácticas que favorecen la salud. En este sentido, Goulet *et al.* (2003) resaltan que "El sistema escolar juega un papel importante en la promoción de la salud y debe exponer a todos los estudiantes a la fisiología de la lactancia y al arte de la lactancia materna a través de sus clases de ciencias y salud" (p. 409). A pesar de ello, se ha constatado que existen dudas y algunas falsas creencias en la población (Khoury *et al.*, 2002; Padró, 2017).

De hecho, existen acciones educativas y proyectos, en el contexto nacional e internacional, encaminados a acercar a las escuelas la lactancia materna como forma de alimentación en la primera infancia. Y se ha comprobado que favorecen el conocimiento y la autopercepción de los escolares como mamíferos (Bottaro & Giugliani, 2008; Costa *et al.*, 2006; Jiménez, 2016).

No obstante, Torres (2019) advierte de los efectos de los sesgos en la información que aportan los libros de texto. Por ejemplo, en forma de exclusión. Muestra de ello es la ausencia de referencias a las glándulas mamarias en los temas dedicados a la reproducción humana y mamíferos (Illescas-Navarro, Criado y Cruz-Guzmán, 2020). Así, encontramos que los escolares aprenden a clasificar a los animales mamíferos porque maman y tienen pelo (Melero y Gamarra, 2016), pero carecen de conocimientos sobre otras características como su anatomía interna y su comportamiento (Blázquez, 2008; Torres, 2019).

Este trabajo se engloba en un estudio más amplio que pretende: i) averiguar los conocimientos de los maestros en formación sobre la alimentación en la primera infancia, es decir, en la etapa de la vida en la que el ser humano es lactante y ii) examinar los efectos de un diseño de propuesta didáctica en los conocimientos de los estudiantes. Aquí se presenta una selección de los resultados, referidos a los contenidos relacionados con las características fisiológicas y anatómicas de la mujer que amamanta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes y contexto

En el estudio participaron 75 futuros docentes de Educación Primaria (FDEP) matriculados en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, de carácter obligatorio y anual, perteneciente al 2º curso del Grado mencionado en la Universidad de Sevilla. El rango de edad del alumnado varía entre 19-28 años (media de 20 años), con un 20% de hombres y un 80% de mujeres. Conforman una muestra por conveniencia, como técnica de muestreo no probabilístico (Colás, Buendía y Hernández, 2009) donde los sujetos son seleccionados como población de interés en un escenario natural de aprendizaje.

En la asignatura se intenta que los futuros docentes adquieran una formación básica en la didáctica de las ciencias. La investigación se sitúa en el momento de la planificación de la asignatura en que se responde a ¿Qué y cómo enseñar sobre ciencia en Educación Primaria?

Instrumento de recogida de datos

Para el diagnóstico de las ideas de los FDEP se utiliza un cuestionario elaborado *ad hoc*. La elaboración del instrumento sigue un proceso complejo en el que se hace una revisión bibliográfica continua intercalada con la reestructuración del mismo. Se seleccionaron y adaptaron algunas cuestiones de estudios precedentes (Cebrián, 2017; Hervás, 2014; Jiménez, 2016) y se crearon otras no encontradas en la literatura, con el propósito de cubrir todos los objetivos de la investigación.

Con el propósito de aportar calidad a la producción de datos para esta investigación, se tuvieron en cuenta las indicaciones de Fernández (2003) en el sentido en que se deben aunar los componentes científicos y técnicos en el proceso de investigación con las condiciones sociales objetivas en las que este se desarrolla. Por este motivo, se atendió a una serie de pasos en la elaboración del instrumento, así como en su análisis.

Se realizó un minucioso proceso de validación por 15 expertos de diferentes colectivos: ámbito universitario (Didáctica de las Ciencias, Lengua y Comunicación, Enfermería y Metodología Investigativa), educación Primaria (docentes en ejercicio) y madres con experiencia en lactancia. Intervinieron repetidas veces durante el diseño del instrumento, por lo que este fue evolucionando. Además del juicio de expertos, se llevó a cabo una prueba piloto con el fin de evitar problemas de fiabilidad. Para ello se seleccionó una muestra intencional (10 estudiantes del curso académico precedente al de la muestra de la investigación), se recogieron opiniones y se probó la codificación. Con los resultados obtenidos se hicieron cambios para mejorar la interpretación de las preguntas y la gestión del tiempo.

Los cuestionarios se implementaron en horario habitual de clase, de forma individual y presencial, utilizando un formulario en línea, al que los sujetos accedían desde su dispositivo móvil. De todos modos, se facilitaron cuestionarios impresos en papel para aquellos estudiantes que no pudieran acceder al cuestionario electrónico.

Pregunta

En su versión definitiva, el instrumento constó de 15 preguntas abiertas y 15 ítems con tres opciones de respuesta –Verdadero, Falso y No lo sé–, además de una serie de cuestiones para la caracterización socio-demográfica de la muestra y una pregunta de identificación por pseudónimo para poder emparejar los resultados con el postest. La pregunta que analizamos en este trabajo está relacionada con la anatomía y la fisiología de la alimentación en la primera infancia de los mamíferos: "¿De qué factores crees que depende la producción de leche materna?"

Finalidad

Explorar qué conocimientos tienen sobre la producción de leche materna: si consideran la intervención de estructuras anatómicas, si consideran la parte fisiológica, si tienen en cuenta los factores externos, si consideran los anteriores combinados. Si existe alguna concepción alternativa en sus conocimientos.

Valorar el nivel de duda o inseguridad para responder con la respuesta "No lo sé", que aporta información sobre la conciencia de los estudiantes de su necesidad de formación.

Respuesta deseable

La separación de la placenta del útero pone en marcha la producción de leche de la madre, al bajar los niveles de progesterona y estrógenos, esto permite a la prolactina actuar. La succión del bebé no desencadena este proceso, su efecto es el de estimular y regular la producción.

Cuando el lactante succiona, receptores nerviosos del pecho envían una señal al cerebro, que estimula la liberación de las hormonas prolactina y oxitocina. La glándula mamaria responde a la prolactina y produce leche utilizando componentes presentes en la sangre. Por su parte, la oxitocina estimula la salida de la leche.

Además existe un mecanismo de control local, pues la leche contiene un factor llamado FIL que regula la producción. Así, si la extracción es elevada, se retira el factor inhibidor y se produce más leche, mientras que si el bebé mama poco, se reduce la producción. Así, el sistema se adapta en cada momento a las necesidades del lactante o lactantes.

Intervención educativa

Tras la obtención de las concepciones de los FDEP se diseña, desde la didáctica de las ciencias, una propuesta formativa, teniendo en cuenta las necesidades detectadas. La intervención constaba de 9 sesiones, tratándose en 3 de ellas los contenidos relacionados con los aspectos fisiológicos y anatómicos de la alimentación de los mamíferos en la primera infancia.

A lo largo de las sesiones, los estudiantes tenían acceso a información rigurosa procedente de diversas fuentes, tales como un compendio de documentos elaborado a partir de publicaciones científicas y textos de divulgación; testimonio de una profesional experta (una matrona) y manipulación de modelos anatómicos, entre otros. Ejemplos de dicha información se exponen en la "Respuesta deseable" antes expuesta. Las actividades que se propusieron combinaban el trabajo individual y en equipo, con dinámicas de resolución de retos, puestas en común en gran grupo, consulta de dudas, reflexión y elaboración de conclusiones de manera grupal e individual.

Proceso de análisis

Con el fin de clasificar las respuestas del futuro profesorado en los niveles, se empleó un método de análisis de contenido a nivel semántico, combinando procesos intra- e inter-observadores.

En la misma línea, para garantizar una interpretación y clasificación fiables, se procedió a un análisis con validación intrajuez. Así, se hizo una clasificación preliminar de las preguntas, revisando repetidamente la categorización y la clasificación, en rondas espaciadas en el tiempo. A continuación, esta clasificación fue sometida a escrutinio por otras investigadoras, a fin de determinar coincidencias y discrepancias. El grado de coincidencia fue mayoritario (superior al 90%); y los pocos casos de discrepancias fueron sometidos a una nueva discusión hasta alcanzar un acuerdo por mayoría sobre su clasificación. Las categorías establecidas para la pregunta se muestran en la tabla 1, junto a los resultados.

Como siguiente paso, se procedió a codificar las categorías para su análisis estadístico. Para ello, se prepararon los datos en dos tablas diferentes, según el análisis que se fuera a aplicar. Por una parte, se distribuyen todas las categorías de respuesta en columnas, asignando un uno a cada estudiante cuya respuesta se incluía en dicha categoría y un cero a los estudiantes que no respondieron en ese sentido. La matriz creada se introdujo en el software R (R Core Team, 2013) y se hizo un análisis descriptivo de frecuencias y medias, se estudió la correlación y, además, se hizo una búsqueda de anidamiento de respuestas.

Por otra parte, con vistas a comprobar el aprendizaje tras la implementación didáctica las respuestas se "calificaron", en una nueva base de datos, asignando valores desde 3 –para respuestas acordes con el conocimiento escolar deseable– hasta -1 –para respuestas que introducen concepciones alternativas–. Los datos se introdujeron también en el software R y se llevó a cabo el análisis de medias y de correlación, utilizando modelos lineales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación inicial

Los resultados (Figura 1) muestran que, inicialmente, los FDEP presentan una serie de lagunas en sus conocimientos sobre la anatomía y la fisiología de la alimentación en la primera infancia en mamíferos, así como ideas inadecuadas que coinciden en gran parte con las existentes en el resto de la población en nuestro contexto socio-cultural (Padró, 2017). Más adelante, en la tabla 1 se muestran los valores obtenidos antes y después de la intervención educativa. En las tres primeras filas se consignan los valores de respuestas consideradas conocimiento deseable y en las tres últimas, concepciones alternativas o bien desconocimiento.

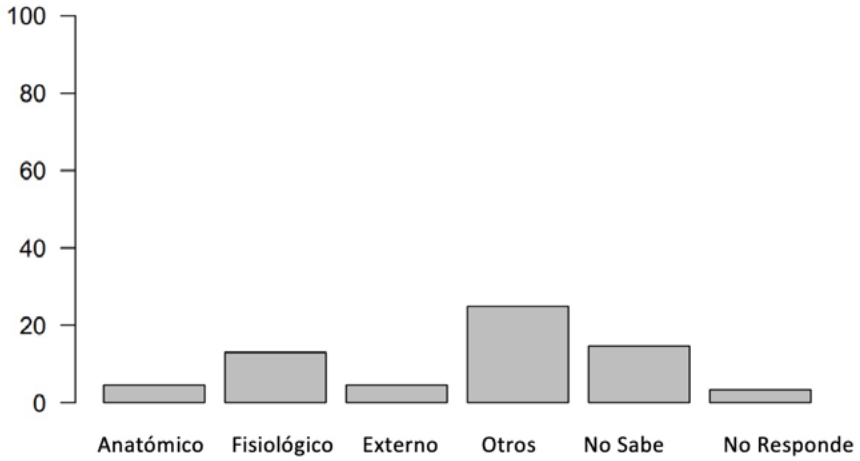


Figura 1. Representación gráfica del porcentaje de respuestas a las categorías de la pregunta analizada en el pretest

En particular, antes de la intervención educativa, encontramos escasas alusiones a los factores anatómicos. Las pocas respuestas esbozan que la producción de leche depende "De las glándulas mamarias y la grasa que las rodea" o "De si la madre tiene alguna clase de problema relacionado con las mamas". Resultados similares obtuvieron Bottaro y Giugliani (2008) al preguntar a escolares, que no asociaron la lactancia como la primera función del pecho femenino.

Por otra parte, los conocimientos de la fisiología de la lactancia son también muy rudimentarios, como ejemplifican respuestas del tipo: "De las hormonas femeninas que se desarrollan en el embarazo". Destaca el nivel de percepción de la alta probabilidad de fallo en los mecanismos de producción de leche, que contrasta con la confianza en la actividad normal del resto de funciones corporales (González, 2016). Se percibe la desconexión advertida por Cañal (2008) de los ámbitos anatómico y fisiológico, que permitirían tener una visión sistémica para mejorar la comprensión de los procesos.

Además, apenas se tienen en cuenta los factores externos a la propia mujer que influyen en la producción de leche.

Los conocimientos de los FDEP coinciden con los de los estudiantes de enfermería (Hervás, 2014) en cuanto a las concepciones sobre la influencia de la alimentación, los hábitos maternos y aspectos genéticos como limitantes de la producción de leche. Algunos ejemplos de respuestas en este sentido son: "Factores innatos de la persona, unas producen más y otras menos, pero no se puede hacer nada"; "Psicológicos"; "Hábitos de la madre"; "La edad de la madre y el ambiente".

SITUACIÓN FINAL

Sin embargo, después de la intervención encontramos que ha habido aprendizaje. Los resultados del análisis comparativo por modelos lineales en R confirman que el progreso es significativo en este aspecto. A pesar de que hay variabilidad, el efecto es considerable (1.02 ± 0.18 de error, p=0).

Tabla 1. *Frecuencia de respuestas a la pregunta sobre los factores que participan en la producción de leche materna antes y después de la intervención*

CATEGORÍAS	N (%) [1]		DESCRIPTORES DE BAJA INFERENCIA
	Pretest	Postest	
Fisiológico	22,5 (n=23)	36,0 (n=27)	"Un 5% de las madres dependerán de otros factores como la hipogalactia"; "De factores hormonales (prolactina, FIL,...)"; "Depende de la hormona prolactina y la oxitocina"; "Factores biológicos"
Anatómico	7,8 (n=8)	10,7 (n=8)	"De las glándulas mamarias"; "Factores biológicos"
Externo	7,8 (n=8)	44,0 (n=33)	"De la demanda del niño"; "De la estimulación que provoque el bebé en el pecho de la madre"; "De la succión del bebé"; "De la frecuencia de las tomas"; "Que se estimule la glándula que la produce"
Otros	43,1 (n=44)	38,7 (n=29)	"De la genética y la salud de la madre"; "De la madre, su alimentación, sus hábitos..."; "Afectan los problemas emocionales, la dieta, alguna enfermedad..."; "Estado de estrés"; "De la confianza de la madre en ella misma"; "Cada mujer es diferente, un una mujer puede producir más que otra"
No Sabe	25,5 (n=26)	5,3 (n=4)	"No lo sé"; "Sigo con dudas"
No Responde	5,9 (n=6)	0 (n=0)	Ø

[1]n(%): Porcentaje. El número de respuestas es mayor que el de participantes, ya que una misma respuesta puede ubicarse en más de una categoría.

En la tabla 1 se muestra la comparación de frecuencias, así como descriptores de baja inferencia representativos. Los valores de conocimiento sobre la implicación de factores fisiológicos y anatómicos han aumentado, aunque menos de lo que hubiera sido deseable. No obstante, es notable el aumento de estudiantes que en este momento tienen en cuenta los factores externos, como la estimulación del pecho, para la producción de leche (de un 7,8% ha subido a un 44%). Sin embargo, aunque ha descendido, siguen permaneciendo (con un 38,7%) las creencias acerca de la influencia de otros factores, como los hábitos, la salud mental o los determinantes genéticos de producción. Nuestros resultados contrastan con los del estudio de Khoury *et al.* (2002), que registró, tras la intervención, una mayoría de respuestas afirmando que la salud de la madre no ha de ser necesariamente excelente para amamantar a sus hijos.

CONCLUSIONES

Los conocimientos de los FDEP sobre el funcionamiento y las estructuras del propio cuerpo en relación con la lactancia materna son escasos inicialmente, apenas se consideran los aspectos anatómicos y externos. No se aprecia que los estudiantes posean la visión sistémica necesaria para la comprensión del proceso. Además, imperan las respuestas que hacen referencia a causas innatas e inamovibles que determinan la capacidad de producción de leche. No obstante, tras la intervención educativa hay leves mejoras en el conocimiento de factores fisiológicos y anatómicos, y especialmente en los factores externos.

Como la evolución del conocimiento no ha alcanzado las cotas deseables, se pone de manifiesto la necesidad de diseñar actividades que mejoren la comprensión de los procesos que ocurren en nuestro cuerpo –en este caso, la producción de leche–, incidiendo en su visión sistémica (Cañal, 2008). La explicitación de la relación entre factores digestivos, neurológicos, endocrinos y circulatorios facilitaría la comprensión del funcionamiento del cuerpo humano y contribuiría a contrastar buena parte de las falsas creencias relacionadas con la alimentación que permanecen en más de una tercera parte de las respuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blázquez, M. (2008). *Bebés y cachorros, los humanos también somos mamíferos*. Zaragoza: Tierra Ediciones.

Bottaro, S. M. y Giugliani, E. R. J. (2008). Estudo exploratório sobre aleitamento materno entre escolares de quinta série do Ensino Fundamental. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(7), 1599-608. https://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2008000700015

Cañal, P. (2008). El cuerpo humano: una perspectiva sistémica. *Alambique*, *58*, 8-22.

Cebrián, A. (2017). Lactancia materna: Intervención educativa para las escuelas. (Trabajo final de máster). Universitat Jaume I (España).

Colás, M. P., Buendía, L. y Hernández, F. (2009). Competencias científicas para la realización de una tesis doctoral. Barcelona, España: Davinci.

Costa, M. M., Diniz-Santos, D. R., Santana, J. S. y Silva, L. R. (2006). The impact of an educational intervention on breastfeeding. *Health education*, *106*(4), 309-314.

Fernández, M. (2003). Criterios de calidad en la investigación social: la producción de datos sociales. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, (6), 47-77. DOI:https://doi.org/10.5944/empiria.6.2003.934

González, C. (2016). *Manual práctico de lactancia materna*. Barcelona: ACPAM.

Goulet, C., Lampron, A., Marcil, I., y Ross, L. (2003). Attitudes and subjective norms of male and female adolescents toward breastfeeding. *Journal of Human Lactation*, 19(4), 402-410.

Hervás, I. (2014). *Conocimiento sobre Lactancia Materna en el alumnado de primer curso de Auxiliares de Enfermería. Valoración de la eficacia de un Taller teórico-práctico para corregir preconceptos erróneos y mejorar el nivel de conocimientos*. (Trabajo final de máster). Universidad Internacional de La Rioja.

Illescas-Navarro M., Criado, A. M. y Cruz-Guzmán, M. (2020). El cuerpo humano y la salud en libros de texto de Educación Primaria (6-11 años), ¿qué aportan al problema socio-científico sobre la lactancia materna como parte de la alimentación en la primera infancia?. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *17(1)*, 1302. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1302

Jiménez, A. I. (2016). *Educación sanitaria y su influencia en la lactancia materna en el Campo de Gibraltar* (Tesis doctoral). Universidad de Málaga.

Khoury, A. J., Hinton, A., Mitra, A. K., Carothers, C. y Foretich, C. (2002). Improving breastfeeding knowledge, attitudes, and practices of WIC clinic staff. *Public health reports*, 117(5), 453.

Melero, R. y Gamarra, P. (2016). Concepciones previas de futuros docentes sobre categorización animal. *Revista electrónicas de enseñanza de las ciencias*. 15(2), 240-257.

Padró, A. (2017). *Somos la leche: Dudas, consejos y falsos mitos sobre la lactancia (Embarazo, bebé y niño)*. Barcelona: Grijalbo.

R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. URL http://www.R-project.org/

Torres, J. (2019). *¿Qué esconden los libros de texto? Análisis crítico de su contenido*. Conferencia Proyecto de Innovación Trabajo por proyectos en la formación inicial del profesorado. III Plan propio de docencia. Universidad de Sevilla.

CF.32¿Preparados para la acción? Conocimiento y actitudes del alumnado sobre el cambio climático al finalizar la Educación Primaria

Beatriz Robredo y Rubén Ladrera

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de La Rioja
E-mail: beatriz.robredo@unirioja.es

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo ha sido determinar el conocimiento y actitudes que tiene el alumnado sobre el cambio climático al finalizar la etapa de Educación Primaria. Se realizó una encuesta a 104 estudiantes de 6º curso de Educación Primaria en 4 colegios de La Rioja. El alumnado es consciente de la existencia del cambio climático actual, reconociendo al ser humano como responsable. Sin embargo, presenta dificultades para identificar las principales causas y consecuencias, mostrando confusión con otros problemas ambientales. Identifica las globales, como la deforestación o el deshielo de los polos, prestando menor atención al consumo energético en los hogares o consecuencias relacionadas con el ciclo del agua y, especialmente, a cuestiones de carácter social o relacionadas con los modelos de consumo y dieta. Asimismo, apenas realizan acciones que traten de frenar este fenómeno.

Palabras clave: cambio climático; educación primaria; causas; consecuencias; actitudes.

INTRODUCCIÓN

El escenario actual de cambio climático (IPCC, 2019) exige su debido tratamiento en los programas educativos, teniendo en cuenta que uno de los objetivos de la educación es que el alumnado conozca la naturaleza de los problemas ambientales para que sea capaz de actuar de manera responsable en el futuro (García-Rodeja y Lima de Oliveira, 2012). En este sentido, el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, incluye el cambio climático como un contenido a trabajar desde esta etapa educativa. Este aspecto se incluye específicamente dentro de la asignatura troncal de Ciencias Sociales, con sus correspondientes contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje, tal y como se recoge en la tabla 1. De acuerdo con dicha legislación, el alumnado debe conocer al final de su etapa de Educación Primaria las principales causas y consecuencias del cambio climático, y las actuaciones necesarias a tomar para frenarlo.

Sin embargo, a pesar de encontrarse en el currículo de Educación Primaria y tratarse con mayor profundidad en la Educación Secundaria, varios estudios llevados a cabo en España indican que el alumnado de secundaria tiene ideas alternativas respecto al cambio climático, sus causas y consecuencias. Cabe destacar entre estas ideas, la tendencia a confundir el efecto invernadero, cuyo incremento es el principal responsable del cambio climático, con la degradación de la capa de ozono, o considerar esta degradación como la causa del calentamiento global. (Sóñora-Luna y García-Rodeja, 1996; Punter *et al.*, 2011; García-Rodeja y Lima de Oliveira, 2012).

Tabla 1. Estudio del cambio climático en Educación Primaria en la asignatura troncal: Ciencias Sociales, Bloque 2. El mundo en que vivimos (BOE, 2014).

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
El cambio climático: Causas y consecuencias. Consumo responsable.	Explicar las consecuencias que tienen nuestras acciones sobre el clima y el cambio climático.	Explica las causas y consecuencias del cambio climático y las actuaciones responsables para frenarlo.

Teniendo en cuenta estos antecedentes entre el alumnado de secundaria en base a estudios realizados en el pasado, nos preguntamos qué sabe el alumnado de Educación Primaria sobre el cambio climático tras varias décadas desde su inclusión en los programas educativos. Concretamente, en el presente trabajo se investiga el conocimiento del alumnado sobre las causas y consecuencias del cambio climático, así como sus actitudes frente al mismo en el último curso de Educación Primaria. Esta investigación resultará de gran interés para determinar los aspectos que deben ser reforzados en las aulas para mejorar el proceso de aprendizaje, así como para la elaboración de material educativo apropiado, que deberá ser evaluado antes de su utilización.

METODOLOGÍA

Cuestionario

Se elaboró un formulario de 5 preguntas abiertas y cerradas a partir de otras encuestas utilizadas en la bibliografía (Boyes y Stanisstreet, 1993; Francis et al., 1993; Liarakou, Athanasiadis y Gavrilakis, 2011; Jafer, 2019) y considerando los contenidos que recoge la legislación educativa española, en relación con el cambio climático durante la Educación Primaria (BOE, 2014) (Fig. 1).

Ámbito de estudio y muestra

Se distribuyó el cuestionario "on line" mediante la herramienta "Formulario de Google" a estudiantes de 6º de Educación Primaria en 4 Centros de Educación Infantil y Primaria (CEIPs) localizados en zonas rurales (Nájera; CEIP Sancho III el Mayor, 40 encuestas) y urbanas, en barrios de Logroño con características socioeconómicas muy diversas (CEIPs Vuelo Madrid Manila -17-, Gonzalo de Berceo -34- y Caballero de la Rosa -13-, 64 encuestas en total). Con ello, se trató de recoger la mayor diversidad posible de alumnado, buscando una muestra representativa de la población de la Comunidad Autónoma de La Rioja. Se utilizó la calculadora de tamaño de muestra de Raosoft (disponible en línea: <http://www.raosoft.com/samplesize.html>) para certificar la significación de la muestra para cada territorio y nivel educativo con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 10 %, de acuerdo a otros estudios centrados en el análisis de percepciones educativas en el entorno escolar (Risco y Cebrián, 2018).

Análisis de datos

Se determinaron los porcentajes con los que fueron elegidas cada una de las respuestas en todas las preguntas, los cuales se utilizaron para elaborar gráficos con el programa SigmaPlot v10.0. Para el análisis de la pregunta 5, se generaron tipologías de acciones de forma inductiva a partir de las respuestas de los estudiantes y posteriormente se determinó el porcentaje con el que fue elegida cada una de ellas, el cual se utilizó para elaborar gráficos por columnas con el programa SigmaPlot v10.0.

1. ¿Crees que existe un cambio climático en la actualidad? *
   a. Sí
   b. No

2. Si crees que sí, indica por qué ocurre el cambio climático *
   a. Por causas naturales
   b. Por acción del ser humano
   c. Ambas cuestiones afectan

3. Indica cuales de los siguientes elementos son responsables del cambio climático. #
   a. Aumento de la radiación solar
   b. Calefacción en los hogares
   c. Consumo elevado de luz
   d. Lluvia ácida
   e. No reciclar
   f. Consumo de productos fabricados en otros países
   g. Consumo elevado de agua en las casas
   h. Tala de bosques
   i. El agujero de la capa de ozono
   j. Elevado consumo de carne
   k. Vehículos a motor (coche, camiones, autobuses...)

4. Indica algunas de las consecuencias que puede provocar el cambio climático. #
   a. Deshielo de los polos
   b. Lluvias torrenciales e inundaciones
   c. Aumento de la lluvia ácida
   d. Hambrunas y migraciones de personas a otros países
   e. Disminución general del caudal de los ríos
   f. Aumento del agujero de la capa de ozono
   g. Aumento de la temperatura
   h. Extinción de especies
   i. Mayor contaminación de los océanos
   j. Disminución de las cosechas agrícolas y aumento del precio de los alimentos
   k. Mayor frecuencia e intensidad de sequías

5. ¿Qué acciones llevas a cabo para luchar contra el cambio climático?

Figura 1. Cuestionario. * y # indican que se podía seleccionar, respectivamente, una o tantas respuestas como consideraran

RESULTADOS

Casi la totalidad del alumnado (99,04%) considera que existe un cambio climático en la actualidad (Fig. 2). Asimismo, la amplia mayoría (91,15%) reconoce al ser humano como responsable del cambio climático, de los que el 28,85% consideran que se debe a causas humanas y naturales, mientras que el 62,5% considera que el ser humano es el responsable único (Fig. 2).

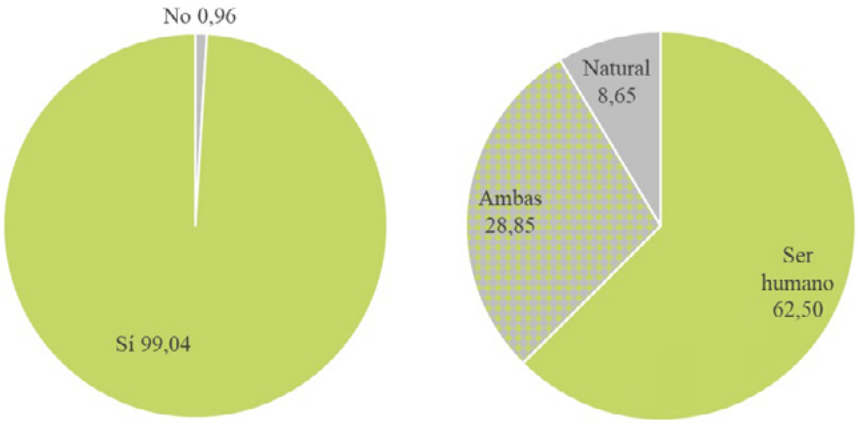


Figura 2. Porcentaje de respuestas a las preguntas 1 y 2: ¿Crees que existe un cambio climático en la actualidad? (izquierda); ¿A qué crees que es debido el cambio climático? (derecha)

Entre las diferentes causas del cambio climático propuestas en la pregunta 3 del cuestionario, el uso de vehículos a motor, no reciclar y la deforestación fueron elegidas por una amplia mayoría del alumnado, con un porcentaje superior al 93%, 88% y 78% respectivamente (Fig. 3). En menor medida se identificó un uso excesivo de calefacción o luz como causas del cambio climático, con valores que rondaron el 50% (Fig. 4). Las causas relacionadas con los modelos de consumo y la dieta (excesivo consumo de carne) fueron identificadas por menos de un 15% del alumnado como elementos que contribuyen al cambio climático (Fig. 3).

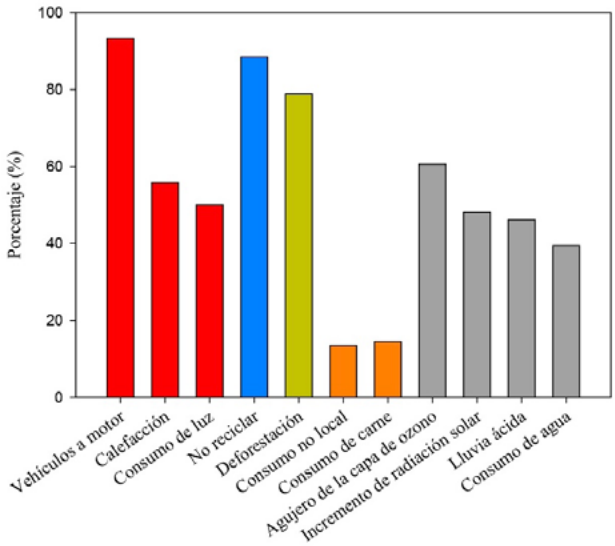


Figura 3. Porcentaje de respuestas a la pregunta 3: *Indica cuales de los siguientes elementos son responsables del cambio climático*. Se han agrupado e identificado por colores los grupos de respuestas en función de la naturaleza de las causas

y su certeza o no: relacionadas con el consumo de combustibles fósiles (rojo), no reciclaje (azul), eliminación de sumideros de carbono (verde), sociales o de modelos de consumo (naranja), erróneas (gris). Se han ordenado las diferentes respuestas en la gráfica de acuerdo a su naturaleza, para facilitar la interpretación de la misma. El orden original y la formulación exacta de cada respuesta se pueden consultar en el cuestionario de la figura 1

Asimismo, cabe destacar que las 4 respuestas referidas a acciones que no inciden directamente en el cambio climático (aquellas marcadas en gris en la figura 3), fueron elegidas por más de un 39% del alumnado, destacando entre ellas el agujero de la capa de ozono, que fue identificado por un 60,5% del alumnado como una de las causas que provoca el cambio climático (Fig. 3).

En la figura 4 se muestra el porcentaje con el que fue elegida cada una de las consecuencias provocadas por el cambio climático, entre las diferentes opciones dadas en la pregunta 4 del cuestionario. Se puede observar que las consecuencias que fueron identificadas en mayor medida fueron las relacionadas con un aumento de temperatura y el consecuente deshielo de los polos, con valores en torno al 80% (Fig. 4). Las consecuencias relacionadas con el ciclo del agua (incremento de sequía, inundaciones y descenso del caudal de los ríos) fueron identificadas en menor medida, con valores en torno al 60% del alumnado, al igual que las afecciones directas a la biodiversidad (Fig. 4).

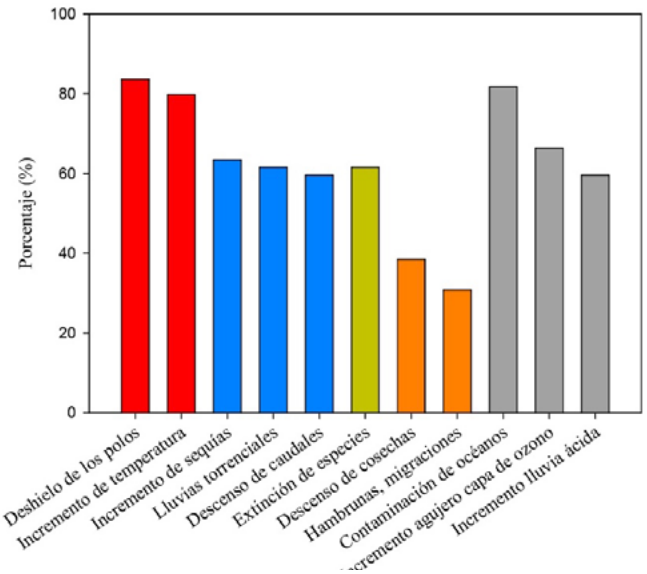


Figura 4. Porcentaje de respuestas a la pregunta 4: *Indica algunas de las consecuencias que puede provocar el cambio climático.* Se han agrupado e identificado por colores los grupos de respuestas en función de la naturaleza de las consecuencias y su certeza o no: relacionadas con el aumento de temperatura (rojo), con la alteración de las precipitaciones (azul), sobre la biodiversidad (verde), sociales (naranja), erróneas (gris). Se han ordenado las diferentes respuestas en la gráfica de acuerdo a su naturaleza, para facilitar la interpretación de la misma. El orden original y la formulación exacta de cada respuesta se pueden consultar en el cuestionario de la figura 1

Por su parte, al igual que ocurre en el apartado de las causas, mostradas en la figura 3, las consecuencias de carácter social (descenso de cosechas e incremento del precio de los alimentos y hambrunas y migraciones) fueron las que se identificaron en un menor porcentaje de los casos, con un 38 y 30% de respuestas respectivamente (Fig. 4). Estas fueron seleccionadas incluso en menor medida que problemas ambientales que no pueden considerarse consecuencia del cambio climático, como una mayor contaminación de los océanos o el

incremento del agujero de la capa de ozono y de la lluvia ácida, que fueron seleccionadas en todos los casos por más de un 59% del alumnado, destacando la contaminación de los océanos, que superó el 80% (Fig. 4).

Finalmente, en la figura 5 se muestra el porcentaje con el que fue elegida cada una de las acciones para luchar contra el cambio climático, entre las diferentes propuestas realizadas por el propio alumnado en sus respuestas a la pregunta 5. Entre estas opciones, destaca muy por encima del resto el reciclaje, de manera que más del 60% de los encuestados indican que reciclan como medida para reducir el cambio climático (Fig. 5). Esta acción es llevada a cabo en un porcentaje mucho mayor que las otras acciones incluidas en la regla de las 3Rs -reducir y reutilizar-, que fueron identificadas por menos de un 10% del alumnado (Fig. 5).

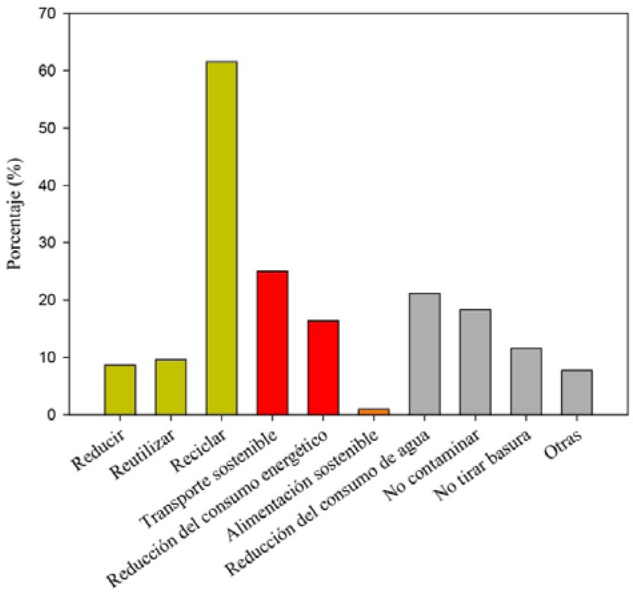


Figura 5. Porcentaje con el que se citaron diferentes acciones para mitigar el cambio climático, recogidas a partir de las respuestas a la pregunta 5: *¿Qué acciones llevas a cabo para luchar contra el cambio climático?* Se han agrupado e identificado por colores los grupos de respuestas en función de su naturaleza y su certeza o no: los tres componentes de la regla de las 3R (verde), medidas que tratan de reducir el consumo de combustibles fósiles (rojo), medidas sobre el modelo de consumo alimenticio (naranja), erróneas (gris)

Entre el resto de las acciones, destacan aquellas relacionadas con una forma de transporte sostenible (25%), como uso de transporte público o bicicleta, y una reducción en el consumo energético (16,3%), como reducir el uso de la calefacción o de la luz en los hogares (Fig. 5). Únicamente un alumno hizo referencia a un modo de consumo alimenticio más sostenible, reduciendo el consumo de carne o los productos con muchos envases (Fig. 5). Por otro lado, muchas de las acciones identificadas por el alumnado como realizadas por ellos para reducir el cambio climático no pueden considerarse como tal, entre las que destacan la reducción del consumo de agua, no contaminar en general (sin especificar el tipo de contaminación) o no tirar basura, que fueron citadas por un 21, 18 y 11% del alumnado respectivamente. Finalmente, un 7,7% del alumnado citó otras acciones claramente independientes del cambio climático, como no maltratar animales, o acciones que no pueden ser llevadas a cabo en el ámbito doméstico del alumno, como fabricar más coches eléctricos o no talar árboles.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del presente trabajo, el alumnado es consciente al terminar su etapa de Educación Primaria de la existencia de un cambio climático en la actualidad, reconociendo mayoritariamente al

ser humano como responsable del mismo. Sin embargo, el alumnado no es capaz de identificar las causas y consecuencias del cambio climático, así como las actuaciones responsables para frenarlo, a pesar de que la legislación educativa española (RD 126/2014) marca como estándares de aprendizaje evaluables para esta etapa educativa dichas cuestiones. Observamos una confusión generalizada entre la degradación de la capa de ozono y el cambio climático, coincidente con otros estudios llevados a cabo entre alumnado de etapas educativas superiores (García-Rodeja y Lima de Oliveira, 2012). Esta confusión generalizada y perdurable podría estar relacionada con el tratamiento conjunto que suele realizarse de ambos fenómenos en los programas educativos (Meira, 2009).

Junto con esta confusión general, y de acuerdo con lo observado por otros estudios llevados a cabo en España en Educación Secundaria (Punter *et al*., 2011), cabe destacar que el alumnado presta mayor atención a causas como el uso de vehículos a motor o la deforestación frente a otras sobre las que tienen más capacidad de intervención. Entre estas últimas cabe destacar el uso excesivo de energía doméstica (luz o calefacción) o los propios modelos de consumo y dietas, los cuales representan unas de las principales fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la actualidad (Tilman y Clark, 2014).

Las consecuencias del cambio climático que el alumnado de nuestro estudio identifica en mayor medida son el aumento de temperatura y el consecuente deshielo polar. Sin embargo, otras consecuencias geofísicas perceptibles en el ámbito geográfico del alumnado objeto de estudio, como el incremento de fenómenos climáticos extremos relacionados con el ciclo del agua (inundaciones, sequías, descenso del caudal de los ríos) son identificados en menor medida, al igual que las afecciones directas a la biodiversidad. En este sentido, observamos una tendencia a asociar el cambio climático con consecuencias alejadas geográficamente y no visualizarlo localmente, de manera que el problema se traslada en el espacio y no se considera como propio, lo cual puede trascender en pensar que individualmente poco podemos aportar (Meira, 2009). Estos problemas globales no resultan perceptibles por la experiencia directa del alumnado, tienen lugar en áreas remotas o bien constituyen cambios graduales que nos pasan desapercibidos (Francis *et al*., 1993). En esta misma línea, las consecuencias de carácter humano y social (disminución en la producción de alimentos, hambrunas y movimientos migratorios) son las menos identificadas por el alumnado de esta investigación, a pesar de la evidente correlación entre las mismas y la intensificación del cambio climático (Grebner *et al*., 2019).

En lo relativo a las consecuencias del cambio climático, también se detectan ideas alternativas como la polución de los océanos o el incremento del agujero de la capa de ozono o de la lluvia ácida. Estos resultados indican que el alumnado tiende a mezclar diferentes problemáticas medioambientales. Destacar que el 80% del alumnado percibe la contaminación de los océanos como una consecuencia directa del cambio climático, lo cual podría estar relacionado con la importante atención que ha recibido la contaminación de los océanos por plásticos en los últimos años.

En cuanto a las acciones para luchar contra el cambio climático, el alumnado piensa sobre todo en el reciclaje, el cual resulta seleccionado en un porcentaje mucho mayor que la reducción o reutilización de residuos, a pesar de ser estas últimas prioritarias en un contexto de sostenibilidad (Assadourian y Mastny, 2017). Asimismo, apenas se identifican otras acciones clave en la lucha contra el cambio climático, de manera que el alumnado no parece conocer ni actuar de forma responsable con el escenario actual de crisis climática. Resulta necesario, por tanto, un cambio de actitudes por parte del alumnado en esta materia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assadourian, E. y Mastny, L. (2017). Educación ecosocial. Barcelona: FUHEM Ecosocial e Icaria.

BOE (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, núm. 52, de 1 de marzo de 2014 Referencia: BOE-A-2014-2222. Recuperado de: https://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-2222-consolidado.pdf

Boyes E. y Stanisstreet, M (1993). The 'Greenhouse Effect': children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education 15(5)*, 531–552. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069930150507

Francis, C., Boyes, E., Qualter, A. y Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the «Greenhouse Effect». *Science Education, 77(4)*, 375-392.

García-Rodeja, I. y Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre El cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias, 30(3)*, 195-218. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n3.695

Grebmer, K. von, Bernstein, J., Patterson, F., Wiemers, M., Chéilleachair, R. N., Foley, C., Gitter, S., Ekstrom, K. y Fritschel, H. (2019). Global hunger index: the challenge of hunger and climate change. Dublin, Bonn: Welthungerhilfe; and Dublin: Concern Worldwide. Recuperado de https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/2019 Global Hunger Index.pdf

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2019). Calentamiento global de 1,5 °C: Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Jafer, Y. J. (2020) Assessing Kuwaiti pre-service science teachers' greenhouse effect perceptions and misconceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *18*, 657-667, DOI: https://doi.org/10.1007/s10763-019-09992-1

Liarakou, G., Athanasiadis, I. y Gavrilakis, C. (2011). What Greek secondary school students believe about climate change? *International Journal of Environmental and Science Education 6(1)*, 79–98

Meira, P.A. (2009). Comunicar el Cambio Climático. Escenario social y líneas de actuación. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino-Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/images/es/comunicar_cc_completo_tcm30-70524.pdf

Punter, P., Ochando-Pardo, M. y García, J. (2011). Spanish secondary students' notion on the causes and consequences of climate change. *International Journal of Science Education, 33(3)*, 447-464. DOI: https://doi.org/10.1080 / 09500693.2010.492253

Risco, M. y Cebrián, G. (2018). Análisis de la percepción de la educación para la sostenibilidad por parte del profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias, 36 (3).* 141-162. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2204

Sóñora-Luna, F. y García-Rodeja, I. (1996). Ideas dos alumnos de 2.º ciclo da ESO sobre «O Efecto invernadero». *Boletín das Ciencias, 28*, 75-84. Recuperado de: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/20815/1996_bc_sonora_ideas.pdf?sequence=1

Tilman, D. y Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature, 515*, 518–522. DOI: https://doi.org/10.1038/nature13959

CF.33¿Cómo son los Microorganismos a través del dibujo? Ideas Previas en 6º de Educación Primaria

Marta Castellar Cárdenas, María del Carmen Romero López y María del Pilar Jiménez Tejada

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
martacardenas@ugr.es

RESUMEN

El uso del término microorganismo está muy generalizado y por ello se entiende que el alumnado de la etapa de Educación Primaria presente dificultades para definirlos o describirlos. Actualmente encontramos en estudios similares que el dibujo ha sido la principal herramienta para determinar ideas previas por lo que planteamos como objetivo de este estudio analizar y describir el concepto que tienen 26 estudiantes de 6º de Educación Primaria sobre microorganismos siguiendo la metodología de Byrne (2011) utilizando como herramienta el dibujo y preguntas abiertas. Los principales resultados muestran que las formas abstractas son las predominantes así como el uso de colores oscuros, localizándolos en todas partes y en sitios sucios. Finalmente concluimos que el concepto de microorganismo y sus características morfológicas se relacionan con las funciones perjudiciales que se les atribuyen.

Palabras clave: Microorganismos; Ideas previas; Dibujos; Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

El conjunto formado por los seres vivos unicelulares, bacterias, hongos y protoctistas visibles únicamente al microscopio son los considerados como microorganismos (Prats, 2006) excluyendo los virus al ser agregados moleculares y no cumplir los postulados de la teoría celular ni el dogma central de la genética por el que se pueda atribuir el concepto de vida (Ortiz y Mujica, 2015). Debido a la gran diversidad que existe cuando nos referimos al término microorganismo, se entiende que la sociedad en general y los estudiantes de la etapa de Educación Primaria, en concreto, tengan dificultades para definirlos o describirlos.

Esta consideración es de gran relevancia ya que relacionar los microorganismos con el modelo de ser vivo y reconocer la interacción de los mismos con el medio que los rodea, facilita su comprensión (Pujol i Villalonga, 2003) y resulta necesario incidir en sus funciones en ámbitos como la medicina, la industria alimentaria y el medio ambiente (Byrne, 2011) para poder relacionar y facilitar la comprensión de algunos hechos que suceden en su vida cotidiana.

Los estudiantes de edades más tempranas tienen ideas más dispersas y confusas respecto al término microorganismo al que se le atribuyen características morfológicas poco definidas con rasgos antropomórficos, funciones perjudiciales y localizaciones en lugares poco salubres (Allen, Bridle y Briten, 2015; Byrne, Grace y Hanley, 2009; Byrne, 2011). Estas concepciones se suelen reforzar con el mensaje negativo que se transmite en los medios de comunicación a través de noticias sensacionalistas (Jones y Rua, 2006) y, junto a las ilustraciones e información que se pueden encontrar en otros recursos o la web, cuya influencia es mayor, provocan conflictos en los esquemas mentales que están desarrollando los estudiantes (de Pro y Pérez, 2014).

A pesar de que la temática sobre microorganismos está poco estudiada en investigación educativa, actualmente se encuentra un repunte en investigaciones donde el dibujo ha sido la principal herramienta para determinar cuáles son las ideas previas de los estudiantes en la enseñanza básica (Allen et al., 2015; Byrne y Sharp, 2006; Ballesteros, Ruiz-Gallardo y Paños, 2018;Byrne et al., 2009; Byrne, 2011; Carvalho, Mafra y Lima, 2017; Gómez y Gavidia, 2015; Jones et al., 2006; Mayerhofer y Márquez Bargalló, 2009; Rodríguez-Fernández, Cárdenas-Castellar y Romero-López, 2019). En estos estudios se han detectado e identificado varios errores respecto al tamaño, localización o forma, confundiéndose incluso con animales de pequeño tamaño, en definitiva muestran una gran confusión respecto a qué y cómo son los microorganismos.

Como señala Hernández- Hernández (2008) en la investigación basada en artes no se estima como única opción de investigación el recurso visual, sino que se trata de incluir cualquier modelo que tenga valor artístico o estético, como lo serían diferentes formatos de escritura y la composición de varias modalidades de las artes, aportando un enriquecimiento en investigación. El uso del dibujo en la investigación en Didáctica de las ciencias experimentales ha resultado eficaz para describir y definir modelos mentales e ideas previas de los estudiantes evitando las posibles interferencias que puede conllevar el lenguaje (Katz, 2017; Taylor y Andrews, 2012). En general, usar el dibujo en lugar de la escritura o las palabras ayuda a que representen de una forma más concreta la reproducción personal de las experiencias.

Nuestro estudio está basado en la investigación de Byrne (2011) puesto que es una de las más recientes y aborda tanto estudiantes de la etapa de Primaria y Secundaria, y la de Ballesteros et al. (2018) que se centra en el alumnado de Educación Primaria en el contexto español. Ambas se han tomado como referencia para analizar y describir el concepto que los estudiantes del último curso de la Etapa de Educación Primaria sobre microorganismos.

MÉTODO

Se trata de un estudio exploratorio descriptivo de corte cualitativo puesto que tiene como objetivo analizar y describir las ideas que tienen los participantes sobre los microorganismos a través de representaciones gráficas.

PARTICIPANTES

La muestra ha sido seleccionada mediante muestreo no probabilístico de conveniencia siguiendo los criterios de selección que se especifican a continuación:

- Alumnado del último curso de la etapa de Educación Primaria, ya que estos han trabajado el bloque 3 de contenidos "Los seres vivos" del área de Ciencias de la Naturaleza de la Orden de 17 de marzo de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía.
- Disponibilidad horaria para la realización del cuestionario.
- Alumnos de la provincia de Granada.

Siguiendo estos criterios contamos con un total de 26 participantes, 15 chicos y 11 chicas.

Instrumento de recogida de información

La recogida de información se ha llevado a cabo siguiendo las características de la metodología de Byrne (2011) en la que se utiliza la técnica del dibujo y el empleo de preguntas abiertas para obtener información sobre las ideas principales que tiene el alumnado sobre microorganismos.

A los participantes se les facilitó una lámina en la que se les pedía un dibujo y dos preguntas abiertas:

1. Dibuja un microorganismo.
2. ¿Dónde se puede encontrar?
3. ¿Qué función tiene?

Para su desarrollo, se ofreció al alumnado una amplia gama de materiales que podrían utilizar para la elaboración de sus dibujos, entre los que se encontraban 16 variedades de ceras de color, y no se les ofreció ninguna instrucción acerca de la elaboración de sus dibujos.

Análisis de datos

La asignación de características principales a analizar se realizó teniendo en cuenta la conjunción de características predefinidas por Byrne (2011) y por Ballesteros et al. (2018): forma, color, ubicación, tamaño y función. Para el análisis de esta información, se ha utilizado de base las categorías establecidas con las modificaciones pertinentes según las características que ofrecían las respuestas obtenidas y los dibujos. Las categorías resultantes (tabla 1) fueron consensuadas por las tres autoras coincidiendo casi en su totalidad los resultados y se establece un orden en la categorización por el que la categoría 0 se corresponde con la ausencia de respuesta y, las posteriores, se ordenan según el grado de proximidad a la definición o representación que más se acerca a la realidad.

Aquellas que presentaban desacuerdos se consensuaron en una segunda revisión cumpliendo así los criterios de exclusividad y exhaustividad.

Tabla 1. Clasificación de categorías resultantes

CATEGORÍA	FORMA		COLOR	UBICACIÓN	TAMAÑO	FUNCIÓN
0	NS/NC	Sin colorear	NS/NC	NS/NC, Confusión	NS/NC	
1	Animal	Color oscuro	Lugares sucios	Grande	Todos perjudiciales	
2	Abstracta	Color no oscuro	Centro sanitario, Mobiliario	Pequeño	Beneficiosos	
3	Abstracto antropomórfico		Comida/Alimentos	Microscópico	Perjudiciales y beneficiosas	
4	Antropomórfica		Animales/ Seres Vivos/ Partes del cuerpo			
5	Forma celular		Seres Humanos			
6			Todas Partes			

La categoría "No sabe, No contesta" está expresada como NS/NC

Entre los aspectos novedosos que incluimos en este estudio los encontramos en las categorías de forma, tamaño, función y color.

En la categoría "forma" se estableció el acuerdo de la inclusión de la sub-categoría "abstracto-antropomórfico" puesto que no se incluyen en los estudios en los que nos basamos dando respuesta a aquellas representaciones en las que no presentaban una forma definida y a la vez incluyen características antropomórficas como: ojos, boca, dientes, brazos, etc.

Para clasificar el "tamaño" se consideró que, a pesar de que la representación del microorganismo fuese de gran tamaño, la presencia del microscopio o lupa en el mismo dibujo, era indicativo de atribución de esta característica.

En la categoría "función" incluimos la opción de que los microorganismos pueden ser perjudiciales y beneficiosas puesto que así lo manifiestan algunas respuestas.

Por último, en la categoría "color" además de las opciones de Ballesteros et al. (2018), incluimos la diferenciación entre colores "oscuros" y "no oscuros" a fin de poder establecer relaciones entre el color utilizado y la función que se le atribuyen a los microorganismos.

Resultados y discusión

Tras el análisis exhaustivo de las respuestas tanto escritas como gráficas, se establecieron diferentes categorías para cada característica estudiada, además se ha estimó oportuno especificar el sexo de los participantes para identificar las posibles tendencias de respuesta (Prokop, Fančovičová y Krajčovičová, 2016).

Aunque los datos son obtenidos mediante técnicas de dibujo y respuesta escrita, se observa que las representaciones gráficas han aportado una gran cantidad de información que se complementa con el texto, este hecho coincide con los estudios previos realizados en la etapa de Educación Primaria por Ballesteros et. al, (2018); Byrne (2011) y Mayerhofer et al. (2009).

Forma

El alumnado utiliza una gran variedad de formas para representar a los microorganismos (Tabla 2). El concepto de microorganismo y sus características morfológicas son complejos de comprender ya que a pesar de que todos habían estudiado previamente qué son y cuáles son sus características, las imágenes proporcionadas tanto en los libros de texto (Romero-López et al., 2019) como las que podemos encontrar en la red, pueden influir en la elaboración de sus dibujos en cuanto a la tendencia de realizar representaciones abstractas con elementos antropomórficos.

Tabla 2. Categorías resultantes para la característica forma

	NIÑO	NIÑA	TOTAL
NS/NC	0	0	0
Animal	2	0	2
Abstracta	10	8	18
Abstracto Antropomórfico	1	3	4
Antropomórfico	0	0	0
Forma Celular	2	0	2
TOTAL	15	11	26

La categoría "No sabe, No contesta" está expresada como NS/NC

Destaca que 18 de los participantes atribuyen formas abstractas a sus representaciones. En ellas predominan formas irregulares cubiertas de "pelillos" que recuerdan a la pili y flagelos de las bacterias y que pueden ir rodeados por numerosos puntos (figura 1), simulando la iconografía para representar el virus de la gripe.

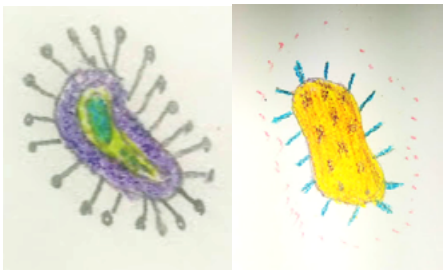


Figura 1. Representación de microorganismo con forma abstracta

Por otro lado, son únicamente dos participantes los que realizan formas celulares que se asemejan a los bacilos (figura 2) aunque denotan falta de conocimiento de las estructuras celulares.

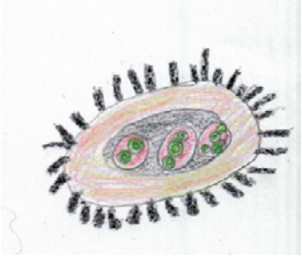


Figura 2. Representación de microorganismo con forma celular

Finalmente, destacamos que a pesar de ser solo dos láminas en las que encontramos representaciones en forma de animal, estas nos recuerdan a la forma de un piojo y a la de un tardígrado, también conocido como oso de agua (figura 3) quedando a un lado el uso de forma de araña o gusano que son más frecuentes en edades más tempranas (Byrne, 2011; Romero-López et al, 2019).

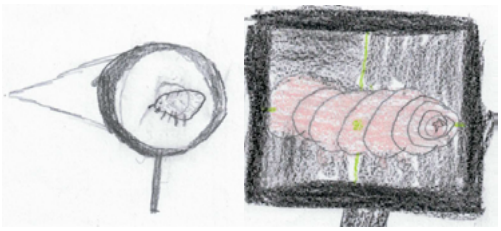


Figura 3. Representación de microbio con forma animal

Los resultados muestran que el alumnado no entiende con claridad la naturaleza ni las características morfológicas de los microorganismos coincidiendo con los resultados obtenidos por Maxted (1984) Nagy (1953), Ballesteros et. al (2018) y Pérez García y Romero López (2019). Sin embargo, el uso de formas abstractas no coinciden con los resultados obtenidos por Byrne (2011) para el mismo rango de edad, puesto que en ellos predomina la forma celular siendo representaciones más realistas que las encontradas en este estudio. La solución propuesta por Carneiro, Pessoa, dos Santos y Melo (2012), Gouveia (2013) y Hasiloglu y Eminoglu (2017 se recomienda utilizar el microscopio para reorientar el concepto de microorganismo hacia una clasificación más cercana a la realidad y conocer de primera mano su morfología.

Color

A pesar de ofrecer una gran variedad de materiales y colores, existen dos casos en los que no se ha utilizado ningún color para representar los microorganismos (tabla 3).

Tabla 3. Categorías resultantes para la característica color

	NIÑO	NIÑA	TOTAL
SIN COLOREAR	2	0	2
COLOR OSCURO	10	7	17
COLOR NO OSCURO	3	4	7
Total	15	11	26

En los casos coloreados, existe una amplia tendencia en el uso de una gama de colores oscuros, donde predomina el uso de los colores marrón, verde, azul y morado. Al igual que sucede en el estudio de Pérez García et al. (2019), los estudiantes utilizan el color oscuro para representar la suciedad o los microorganismos, así como tonos más claros y colores como naranja y rosa para representar la limpieza o los microorganismos beneficiosos a los que se refieren en sus respuestas escritas.

Ubicación

En esta característica hemos diferenciado entre “seres humanos” cuando se hacía referencia a estos de forma general, o “animales/ seres vivos/partes del cuerpo” cuando se especificaba el lugar concreto. Existe una am-

plia variedad de lugares donde ubican los microorganismos aunque principalmente destacan las categorías de sitios sucios y todas partes (Tabla 4).

Tabla 4. Categorías resultantes para la característica ubicación

	NIÑO	NIÑA	TOTAL
NS/NC	0	2	2
Lugares Sucios	6	1	7
Hospital/Centro De Salud/Mobiliario	0	1	1
Comida/ Alimentos	0	0	0
Animales/Seres Vivos/Partes Del Cuerpo	2	0	2
Seres Humanos	2	1	3
Todas Partes	5	6	11
Total	15	11	26

La categoría "No sabe, No contesta" está expresada como NS/NC.

Como podíamos esperar de los estudios de Byrne (2011), Ballesteros et al. (2018) y Pérez García et al. (2019) la característica más atribuida por los chicos ha sido la de "lugares sucios", en las que refieren frecuentemente condiciones de insalubridad siendo estos los propicios para producir enfermedades. Sin embargo, aunque no existe gran diferencia en el número de respuestas, la mayoría de las chicas, y de las respuestas en general, refieren que se encuentran en todas partes acercándose más a la realidad cuando en las investigaciones mencionadas anteriormente no superaba el 2% en esta categoría.

Tamaño

Existe una concepción generalizada de que los microorganismos no se pueden ver a simple vista, o al menos en su mayoría, quedando reflejado en sus dibujos que son de pequeño tamaño (Tabla 5). Sin embargo, encontramos diferencias respecto a los resultados de Byrne (2011) y Basteros et al. (2018) en los que encontramos que entre un 26% y 39,3% de los participantes de nuestro mismo rango de edad realizan dibujos de tamaño pequeño mientras que en nuestros resultados predominan las representaciones en las que, pese a ser dibujadas a gran tamaño, incluían instrumentos de aumento como lupas o microscopios (figura 4) por los que fueron considerados finalmente como tamaño "microscópico".

Tabla 5. Categorías resultantes para la característica tamaño

	NIÑO	NIÑA	TOTAL
Grande	4	5	9
Pequeño	3	3	6
Microscópico	8	3	11
Total	15	11	26

Llama la atención que un total de 9 participantes sigan asignando un gran tamaño a los microbios, a pesar de

que ya han estudiado la clasificación de los seres vivos y los diferentes reinos, estudiando sus características.

Figura 4. Ejemplo de categoría "tamaño microscópico" por presentar aumento

Función

Solo dos participantes indican que existen microorganismos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales aunque no incluyen ningún ejemplo concreto (Tabla 6).

Tabla 6. Categorías resultantes para la característica función.

	NIÑO	NIÑA	TOTAL
NS/NC	7	10	17
Todos Perjudiciales	7	0	7
Perjudiciales Y Beneficiosos	1	1	2
Total	15	11	26

En esta categoría se detecta una mayor confusión en los participantes puesto que son más de la mitad los que no hacen referencia a la función que desempeñan y, entre las respuestas dadas, se tiende a atribuir funciones exclusivamente perjudiciales a los mismos. En la misma línea de Simonneaux (2000), encontramos que existe una relación entre las atribuciones de características antropomórficas y las funciones asignadas a esos microorganismos ya que para indicar que son beneficiosas han utilizado caras con sonrisas mientras que para indicar que son perjudiciales, han optado por utilizar rasgos faciales de enfado. Y es que considerar los microorganismos como agentes patógenos es algo muy habitual en la sociedad en general y aún más característico en edades tempranas (Byrne et al., 2006; Jones y Rua, 2006; Prokop et. al, 2016; Ruiz-Gallardo y Paños, 2018).

Conclusiones e implicaciones de la investigación

Las conclusiones que se presentan a continuación no pueden ser generalizadas ya que se realiza una investigación de tipo cualitativo y exploratorio con un tamaño de muestra muy reducido. A pesar de ello, obtenemos resultados diferentes de los estudios tomados como referencia en las categorías de "color", "tamaño" y "función".

Existe relación entre el uso de colores oscuros para atribuir funciones perjudiciales de los microorganismos y colores no oscuros para funciones beneficiosas. Esta relación debe ser estudiada con un aumento de la muestra.

Las dificultades para describir y representar microorganismos puede ser una evidencia de la complejidad de los contenidos sobre microbiología y de la influencia que ejercen los medios de comunicación y los recursos didácticos.

Se aprecia antropocentrismo tanto en sus dibujos como en sus respuestas escritas. Los daños al ser humano predominan en las funciones de los microorganismos mientras que dejan de lado otras funciones beneficiosas para los ecosistemas.

El uso del microscopio en el aula favorecería el reconocimiento del microorganismo como ser vivo de tamaño microscópico familiarizándose con la diversidad de formas que pueden presentar las bacterias, hongos y protoctistas.

Las concepciones observadas sirven de punto de partida para diseñar y desarrollar una intervención educativa específica que aborde las dificultades detectadas que permitan ajustar los contenidos a la realidad y a los últimos avances en la sociedad.

Por último, se hace necesario destacar que la formación continua de los docentes en esta temática es imprescindible para reconducir los correctos aprendizajes y trabajar con el alumnado la capacidad de detectar los errores que se pueden encontrar tanto en los materiales didácticos como en los medios de comunicación y la red evitando así confusiones generalizadas sobre microbiología.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se encuentra incluido en el Proyecto INES: Intervención nutricional Educativa para una Escuela Saludable concedido en el plan de Proyectos de Innovación y Buenas Prácticas Docentes Coordinados 2018-2020 de la Universidad de Granada.

Al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la concesión de la ayuda FPU17/04913 de la primera autora, y al grupo de investigación HUM- 613, por participar en su formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, M., Bridle, G., y Briten, E. (2015). Life under the Microscope: Children's Ideas about Microbes. *Primary Science*, *136*, 35-38. https://www.ase.org.uk/journals/primary-science/2015/01/136/

Ballesteros de la Cruz, M. I., Paños Martínez, E., y Ruiz Gallardo, J. R. (2018). Los microorganismos en la educación primaria: ideas de los alumnos de 8 a 11 años e influencia de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 79-98. Doi:10.5565/rev/ensciencias.2274

Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *33*, 1927-1961.Doi:10.1080/09500693.2010.536999

Byrne, J., Grace, M., y Hanley, P. (2009). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. *Journal of Biological Education*, *44*(1), 37-43. doi: 10.1080/00219266.2009.9656190

Byrne, J., y Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, *88*, 71-79.

https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=18165306

Carneiro, M. R. P., Pessoa, T. M. S. C., dos Santos, D. R., y Melo, C. R. (2012). Percepção dos alunos do ensino fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano. *Scientia plena*, 8(4), 1-4. https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/496/440

Carvalho, G. S., Mafra, P., y Lima, N. (2017). Children's conceptions about microorganisms and health. *European*

Science Education Research Association 17 Conference, Dublin. http://hdl.handle.net/1822/56941

De Pro, A. y Pérez, A. (2014) Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 111-132.

Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 441-455. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2934/2650

Gouveia, F. B. P. (2013). Propostas para a prática de microbiologia utilizando recursos de baixo custo. *Maiêutica-Ciências Biológicas*, 1(1). https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/BID_EaD/article/view/369/84

Hasiloglu, M. A., y Eminoglu, S. (2017). Identifying Cell-Related Misconceptions among Fifth Graders and Removing Misconceptions Using a Microscope. *Universal Journal of Educational Research*, 5(n12B), 42-50. doi:10.13189/ujer.2017.051405

Hernández- Hernández, F. (2008). La investigación basada en las artes. Propuestas para repensar la investigación en educación. *Educatio siglo XXI*, 26, 85-118. https://revistas.um.es/educatio/article/view/46641

Jones, M. G. y Rua, M. J. (2006). Conceptions of germs. Expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, 10(3).

Katz, P. (Ed.). (2017). *Drawing for science education: An international perspective*. Sense Publishers. https://www.springer.com/gp/book/9789463008754

Maxted, M. A. (1984). *Pupils' prior beliefs about bacteria and science processes: their interplay in school science laboratory work*. University of British Columbia. doi:10.14288/1.0096380

Mayerhofer B., N., y Márquez-Bargalló, C. (2009). La influencia de la palabra microbio en las representaciones iniciales de alumnos de primaria. *Revistes Catalanes amb Accés Obert*, *0*(Extra), 2073-2079. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294194

Nagy, M. H. (1953). The representation of "germs" by children. *The Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, *83*(2), 227-240. doi: 10.1080/08856559.1953.10534089

Ortiz, M. I. D., y Mujica, J. L. H. (2015). Los virus, ¿son organismos vivos? Discusión en la formación de profesores de Biología. *VARONA*, (61), 1-7.https://www.redalyc.org/pdf/3606/360643422007.pdf

Pérez García, I. y Romero López, M.C. (2019). Microbios: ideas previas en Educación infantil. En Sola, T., García, M., Fuentes, A., Rodríguez-García A.M. y López, J. (Ed.), Innovación Educativa en la Sociedad Digital (pp. 200-212). Madrid: Dykinson, S.L.

Prats, G. (2006). *Microbiología clínica*. Ed. Médica Panamericana.

Prokop, P., Fančovičová, J., y Krajčovičová, A. (2015). Alternative Conceptions about Micro-organisms are Influenced by Experiences with Disease in Children. *Journal of biological education*, *50*. doi:10.1080/00219266.2014.1002521

Pujol i Villalonga, R.M.(2003).Didáctica de las ciencias en la educación primaria. *Madrid: Síntesis.*

Rodríguez Fernández, A., Cárdenas Castellar, M., y Romero López, M.C. (2019). Microorganismos e Higiene Alimentaria a través de la Indagación, Una Intervención Didáctica. En Baena Extremera, A. y Ruiz Montero, P.J. (Eds.), *Metodologías activas en ciencias de la educación* (Vol. 2, pp. 83-112). Wanceulen.

Ruiz-Gallardo, J.-R., y Paños, E. (2018). Primary school students'conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. *Research in Science & Technological Education*, *36*(2), 165-184. doi:10.1080/02635143.2017.1386646

Simonneaux, L. (2000). A study of pupils'conceptions and reasoning in connection with «microbes», *as a* contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, *22*(6), 619-644. doi:10.1080/095006900289705

Taylor, R., y Andrews, G. (2012). *The Arts in the Primary School*. Routledge.

CF.34 Evaluación de una visita de Educación Ambiental sobre biodiversidad en los humedales de Salburua (Álava) dirigido al alumnado de Secundaria

Aritz Ruiz-González[1], Ainhoa Ubiria[1], Gorka Belamendia[2], Unai Ortega-Lasuen[1], Oihana Barrutia[1] y José Ramón Díez[1]

[1] Dpto. Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). aritz.ruiz@ehu.eus

[2] Ataria. Centro Estudios Ambientales (CEA). Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz

RESUMEN

Como resultado de una intensa explotación del medio la biodiversidad ha sufrido una merma constante. Así, los programas de conservación de la naturaleza y de Educación Ambiental han adquirido una gran relevancia. Sin embargo, por regla general, existe un déficit de planteamientos evaluativos de las intervenciones educativas que se plantean en el ámbito de los espacios naturales protegidos. Este estudio presenta una evaluación de una visita relativa a la Biodiversidad de los humedales de Salburua (Álava) mediante un diseño de tipo pre-test y post-test, donde se han analizado el conocimiento, interés y actitud del alumnado del primer ciclo de secundaria (n=398) sobre la diversidad biológica. El análisis de los datos ha revelado que el interés y el conocimiento sobre la biodiversidad mejora parcialmente tras la intervención, si bien no existieron cambios significativos en las actitudes hacia la biodiversidad, que eran positivas de inicio.

Palabras clave: Educación Ambiental; ESO; Biodiversidad; Conocimiento; Actitudes.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad proporciona a la sociedad servicios ecosistémicos esenciales (Nisiforou y Charalambides, 2012). Durante las últimas décadas los recursos naturales han sido explotados desde una perspectiva meramente económica. De este modo, la degradación de los hábitats, la proliferación de especies introducidas, la contaminación y la caza ilegal han provocado una merma importante en la biodiversidad (Anu, 2014), provocando la desaparición de especies y procesos ecológicos esenciales a una velocidad nunca antes conocida.

Para hacer frente a esta grave crisis de biodiversidad durante las últimas décadas han sido muchos los acuerdos que han promovido, entre otras medidas, la Educación Ambiental (EA) (Rickinson y colbs. 2010). Así, la educación y la conciencia pública son una de las metas prioritarias para mejorar el estado de la conservación de la biodiversidad a nivel mundial (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2012) dado que es indispensable educar de un modo activo a una ciudadanía responsable para hacer frente a esta problemática (Bruyere, 2008).

En este sentido, son habituales las actividades fuera del aula: salidas de campo, visitas a museos y centros de ciencia, etc. (Rebelo y colbs., 2011), actividades que potencian la motivación del alumnado y facilitan el aprendizaje de contenidos de una forma significativa (Guisasola y Morentín, 2007) al estar en contacto directo con la naturaleza y con herramientas no habituales.

Además, se trabajan también diversas competencias, tales como relaciones sociales y valores éticos y culturales (Alves y Sanmartí, 2005). De hecho, la biodiversidad es un contenido del curriculum de la educación obligatoria especialmente adecuada para hacer frente al reto del desarrollo sostenible dado que muestra de manera adecuada las interrelaciones de factores económicos, sociales y ecológicos (Menzel y Bögeholz, 2009). Si bien son numerosos los programas de EA que se desarrollan en el ámbito de los espacios naturales protegidos, existe, por regla general, un déficit de planteamientos evaluativos (Cid y Muñoz, 2019) . En este sentido, son escasas las intervenciones educativas que son evaluadas desde el punto de vista de su eficacia en lo relativo a la evolución de la adquisición de contenidos y del cambio de interés y actitudes del alumnado (Alves y Sanmartí, 2005).

En el caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), existe una extensa red de centros de interpretación que organizan programas de EA. En Álava merece ser destacado el Centro de interpretación de los humedales de Salburua-Ataria, por su ubicación contigua a la ciudad de Vitoria-Gasteiz y por el gran número de programas y actividades que desarrolla.

El principal objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia de una visita que se desarrolla en el centro de interpretación de los humedales de Salburua (Álava), Ataria, relativa a la biodiversidad y dirigida al alumnado del 1er ciclo de la ESO. Con ese fin se plantearon los siguientes objetivos específicos: i) Analizar con carácter previo a la visita el conocimiento, el interés y la actitud del alumnado en relación a la biodiversidad. ii) Una vez finalizada la visita, analizar la evolución del conocimiento, intereses y actitudes del alumnado en relación a la biodiversidad de Salburua.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Salburua se ubica al este de Vitoria-Gasteiz. Se trata de un humedal asociado a un acuífero cuaternario en el que el nivel freático muestra sus aguas en superficie, conformándose varias balsas junto a prados y pequeños robledales. Fue restaurado a finales del siglo XX, tras varias décadas de labores de drenaje para su uso agrícola. Hoy día es uno de los humedales continentales más valiosos del País Vasco, tanto desde el punto de vista de sus ecosistemas como de su valor educativo y científico. Desde el 2002 forma parte del Convenio Ramsar y de la Red Natura 2000, por su importancia para la conservación de la biodiversidad.

Visita y unidad didáctica objeto de estudio: *Salburua biodiversa*

Al Norte de este espacio protegido se encuentra el centro de acogida e interpretación de los humedales de Salburua, Ataria. El Centro de Estudios Ambientales (CEA) del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz es el encargado de su gestión. Entre las actividades que desarrolla Ataria desde 2009 está el programa de EA dirigido a los centros educativos que considera los contenidos y las competencias del currículum (Gobierno Vasco, 2015). Allí se realizan visitas donde se desarrollan unidades didácticas para trabajar las características biológicas, geológicas e históricas de Salburua.

En este estudio se ha analizado la visita denominada "*Salburua biodiversa*", dirigida al 1er ciclo de la ESO. Tras recibir al grupo, se ubica geográficamente Salburua y se discute con el alumnado la historia de los usos del suelo del humedal y los impactos que afectan a su conservación. A continuación, el alumnado realiza un itinerario donde dan a conocer las principales especies vegetales y las aves presentes, mediante telescopios ubicados en los observatorios camuflados en torno al humedal. Una vez realizado el itinerario, el alumnado es dirigido a las aulas-taller.

Allí mediante lupas binoculares y claves dicotómicas identifican especímenes de macroinvertebrados bentónicos hasta el nivel de familia, a partir de las muestras recolectadas *in situ* por el propio alumnado.

Junto a las actividades en el propio humedal, existen para cada unidad didáctica actividades a realizar en el aula antes y después de la visita. A pesar de no ser obligatorias, son recomendables para que la visita resulte más atractiva y provechosa.

Muestra

La muestra esta constituida por un total de 398 alumnos y alumnas de 1er ciclo de la ESO, organizados en 29 grupos, con un número de alumnos variable, y pertenecientes a 9 centros educativos del municipio de Vitoria-Gasteiz. Su edad media era de 13 años (rango 12-15). Durante 3 semanas (20 de enero-12 de febrero de 2016) el alumnado realizó la visita guiada y las actividades asociadas de una duración de aproximada de 3 horas.

Herramienta: cuestionarios

Con el objetivo de evaluar la propuesta didáctica de EA en torno a la biodiversidad, se llevó a cabo un diseño de tipo pre-test y post-test sin grupo control. Con este fin se desarrolló un cuestionario fundamentado en la literatura donde se evaluaron tres aspectos fundamentales:

i. Conocimiento sobre el concepto biodiversidad [auto-percepción (1 ítem tipo Likert; Nisiforou y Charalambides 2012) y definición del concepto biodiversidad (1 ítem de tipo abierto; Dor-Haim y colbs., 2011. Para evaluar la calidad de estas definiciones se tomó como referencia la del Convenio sobre Biodiversidad Biológica (1992)].

ii. Interés sobre la biodiversidad, y la diversidad específica (fauna y flora) (2 ítems tipo Likert; Palmberg y colbs., 2015).

iii. Identificación de amenazas para la conservación de la biodiversidad (a nivel de hábitat y a nivel de especies; 2 ítems de tipo respuestas múltiples).

iv. Actitudes hacia la conservación de la biodiversidad (9 ítems tipo Likert; Tuncer y colbs., 2009).

Así mismo, en el cuestionario post-test se evaluó el grado de cumplimiento de las expectativas sobre la visita y las actividades, así como diferentes variables emocionales (interés, bienestar, ansiedad y aburrimiento) percibidas por el alumnado durante la intervención (9 ítems tipo Likert; Randler y colbs., 2005).

Ambos cuestionarios anónimos fueron previamente autorizados por las madres y padres o tutores del alumnado. Así mismo la dirección de cada centro educativo fue informada sobre el objeto de esta investigación.

Análisis de los resultados

Con el objetivo de evaluar el efecto de la intervención educativa en los diferentes aspectos clave anteriormente citados, las respuestas de ambos cuestionarios (pre-test y post-test) se compararon mediante el test de Wilcoxon, dado que los datos no mostraron una distribución normal. Para conocer si el conocimiento, el interés y la actitud post intervención del alumnado están relacionados entre sí, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. Todos los análisis se realizaron mediante el programa STATISTICA, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95% para indicar su significancia.

RESULTADOS

Conocimiento sobre el concepto de biodiversidad: auto-percepción y definición

Antes de la visita únicamente el 14,5% del alumnado respondió que era capaz de definirla "bien" o "muy bien". Sin embargo, sólo el 11,8% fue capaz de definirla como la variedad de seres vivos. El 5,5% mencionaron los animales y el 9,2% los animales y las plantas. Para una mayoría (66,7%) la palabra era desconocida, o si la habían oído en alguna ocasión, no comprendían su significado.

Así, el 73,5% no fue capaz de dar una definición. Tras realizar la visita, sin embargo, la autopercepción relativa al nivel de conocimiento sobre biodiversidad aumentó de manera considerable: el 54,4% pensaba que era capaz de definirla bien o muy bien. En el post-test el 15,4% la definió como la variedad de seres vivos, mostrando un incremento de apenas el 4%. En este caso, disminuyó significativamente el porcentaje de personas a las que la palabra biodiversidad les era desconocida o no la entendían (21,6%) y de aquellos que no eran capaces de dar una definición ($p<0,001$). Sin emabrgo, ningún estudiante dio una definición completa de la biodiversidad, dado que conceptos tales como genes y ecosistemas fueron obviados, antes y después de la visita. En cualquier caso, los resultados ponen de manifiesto que la autopercepción respecto al conocimiento y el conocimiento real sobre el concepto la biodiversidad no van de la mano. Es habitual que el alumnado piense que conoce mucho más de lo que realmente domina (Jiwa y Esa, 2015).

Interés sobre la biodiversidad

El interés respecto a la biodiversidad aumentó significativamente tras la visita. Aquella personas que antes de la visita tenían un interés bajo o muy bajo eran el 32,5%; tras la visita disminuyó al 20%, habiendo un cambio significativo ($p=0,012$). Así mismo, aquellas que tuvieron un interés alto o muy alto registraron un aumento significativo ($p<0,001$), pasando del 28 al 44%. A la mayoría le interesaban los animales y las plantas, y ese interés aumentó tras la visita. A muy pocas personas les interesaban únicamente las plantas y ese interés sólo apareció tras la visita (0,8%). Palmerg y colbs. (2015) mostraron que su alumnado tenía interés en 2 reinos (animal y vegetal), resultados que coinciden con los de este estudio. De hecho, es importante impulsar el interés por la naturaleza para poder entender problemas como los de la pérdida de biodiversidad y fomentar el camino hacia el desarrollo sostenible. Varios autores han constatado que salir del aula y estar en contacto con la naturaleza proporciona la posibilidad de observar especies animales y vegetales, y esto incrementa el interés hacia estos seres vivos (Thompson y Hoffman, 2003).

Identificación de amenazas para la conservación

En el pre-test, la contaminación fue considerada como la amenaza más grave para una adecuada conserva-

ción de Salburua (52%). Sin embargo, la presencia de especies alóctonas invasoras fue la menos considerada (24%). Tras la visita, sin embargo, todas las amenazas propuestas fueron consideradas relevantes por parte del alumnado. En el caso de las amenazadas para una especie emblemática y amezada, el visón europeo, la variabilidad de respuestas fue mayor. Antes de la visita la amenaza más relevante fue la contaminación (40%) y la que menos la transformación del hábitat (25,6%). Tras la visita la presencia de especies invasoras tuvo un gran incremento (del 29 al 47%), lo que refleja una mejora parcial de la comprensión de la amenaza de las especies invasoras, hecho que fue evidenciado durante la actividad mediante la problemática local asociada al visón europeo y americano.

Actitudes hacia la conservación de la biodiversidad

En general, el alumnado mostró una actitud positiva respecto a la biodiversidad. Los 4 ítems relacionados con la percepción de la biodiversidad (Tuncer y colbs. 2009) fueron los mejor valorados, tanto antes como después de la visita. Estos resultados son coincidentes con los de Tuncer y colbs. (2009), donde el alumnado mostraba, en líneas generales una actitud positiva. Los resultados obtenidos muestran que más allá del bienestar de la sociedad y del desarrollo personal, el alumnado es consciente de la importancia de conservar la biodiversidad. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los resultados pre-test y post-test.

Relación entre conocimiento, interés y actitudes

Los resultados indicaron que el nivel de conocimiento sobre la biodiversidad tiene influencia en las actitudes; así, a mayor conocimiento, la percepción es mayor (rho=0,228); sobre el juicio moral, en cambio, no mostró diferencias significativas (rho=0,045). Respecto al interés se observó una tendencia similar y mostró una correlación positiva (rho=0,333). Sin embargo, no hubo una correlación significativa entre el conocimiento y el interés (rho=0,110).

Otros estudios sugieren también que una mayor alfabetización ambiental mejora la conciencia respecto a su problemática lo que se traduce en actitudes sobre la necesidad de conservación. Acercar al alumnado a la biodiversidad local y su importancia, se traduce en una mayor apreciación e interés por su protección (Esteve y González, 2012). De este modo, se potencia un comportamiento para actuar activamente de un modo responsable en la vida cotidiana (Tikka y colbs., 2000). El motivo de no detectar correlación alguna entre conocimiento e interés puede ser debido a la edad. Según Schiefele y Csikzentmihalyi (1998), a mayor edad, la relación positiva entre ambas variables incrementa.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en este estudio son las siguientes:

1. Con carácter previo a la visita el conocimiento respecto a la biodiversidad era muy limitado, a pesar de que la autopercepción era mayor. Las definiciones proporcionadas tras la visita fueron más adecuadas.

2. En referencia al conocimiento de las amenazas sobre los hábitats (humedal, robledal, etc…) y especies (visón europeo) del humedal de Salburua, la mayoría del alumnado identificó casi de forma exclusiva la contaminación como la amenaza más grave.

3. La visita evaluada posee una influencia positiva relativa sobre el interés y la actitud frente a la biodiversidad.

4. La propuesta educativa promueve el conocimiento, y posee una influencia positiva sobre el interés del alumnado en torno a la biodiversidad. Sin embargo, el nivel de conocimiento sobre la biodiversidad del alumano de 1º de ESO es aun incipiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos enormemente su colaboración a los monitores de Galemys S.L. José Ramón Pérez, Eriz Zurimendi, Saray Camarero y Emilio López, así como la inestimable ayuda de Judith Moreno, del CEA del Ayto. de Vitoria-Gasteiz. Así mismo, agradecemos al alumnado y a los centros escolares del municipio que han formalizado las encuestas durante sus visitas a Ataria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, I. y Sanmartí, N. (2005). Cómo evaluar los aprendizajes en actividades puntuales de educación ambiental: una propuesta. Enseñanza de las Ciencias, número extra (VII Congreso), 1-6.

Anu, S. (2014). Test for Measuring the Knowledge in Biodiversity of Secondary School Students. International Journal of Innovative Research & Development, 3(7), 66-74.

Bruyere, B.L. (2008). The Effect of Environmental Education on the Ecological Literacy of First-Year College Students. Journal of Natural Resources & Life Sciences, 37, 20-26.

Cid, O. y Muñoz, M. (2019) Parques que educan: 40 años para una reflexión. En J. Benayas, J. Marcén (Coord.), Hacia una Educación para la Sostenibilidad 20 años después del Libro Blanco de la Educación Ambiental en España. CENEAM.

Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). (1992). Article 2: Use of terms. Recuperado de: https://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02

Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). (2012). Guías breves de las Metas de Aichi para la diversidad biológica. Recuperado de: http://www.cbd.int/nbsap/training/quick-guides

Gobierno Vasco (2015). Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco (BOPV 15/01/2016).

Guisasola, J. y Morentín, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. Enseñanza de las Ciencias, 25 (3), 401-414.

Huang , H-J. y Lin, Y-T. (2014). Undergraduate Students' Attitudes toward Biodiversity. Universal Journal of Educational Research, 2(4), 379-386.

Jiwa, R.A.M. y Esa, N. (2015). Student Teachers' Knowledge of Biodiversity. International Journal of Scientific and Research Publications, 5(3), 1-4.

Menzel, S., y Bögeholz, S. (2009). The loss of biodiversity as a challenge for sustainable development: how do pupils in Chile and Germany perceive dilemmas? Research in Science Education, 39, 429–447.

Nisiforou, O. y Charalambides, A.G. (2012). Assessing Undergraduate University Students' Level of Knowledge, Attitudes and Behaviour Towards Biodiversity: A case study in Cyprus. International Journal of Science Education, 34(7), 1027- 2051.

Palmberg, I., Berg, I., Jeronen, E., Kärkkäinen, S., Norrgard-Sillampää, P., Persson, C., Vilkonis, R. y Yli-Panula, E. (2015). Nordic-Baltic student teachers' identification of and interest in plant and animal species: the importance of species identification and biodiversity for sustainable development. Journal of Science Teacher Education, 26, 549-571.

Randler, C., Ilg, A. y Kern, J. (2005). Cognitive and Emotional Evaluation of an Amphibian Conservation Program for Elementary School Students. The Journal of Environmental Education, 37(1), 43-52.

Rebelo, D., Marques, L. y Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación de Ciencias: contribuciones para su operatividad. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 19 (1), 15-25.

Rickinson, M., Lundholm, C. y Hopwood, N. (2010). Environmental Learning: Insights from research into the student experience. Springer Science + Business Media, 1-150.

Schiefele, U. y Csikszentmihalyi, M. (1998). Interest and the quality of experience in classrooms. Studies in Educational Psychology, 6, 1-23.

Tikka, P.M., Kuitunen, T.M. y Tynys, M.S. (2000). Effects of educational background on students' attitudes, activity levels, and knowledge concerning environment. The Journal of Environmental Education, 31, 12-19.

Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H. y Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. International Journal of Educational Development, 29, 426-436.

CF.35 Comparativa del desempeño de estudiantes de España y Suecia al interpretar un cambio químico cotidiano

Vanessa Sesto, Isabel García-Rodeja

Departamento de Didácticas Aplicadas (Área de Didáctica das Ciencias Experimentais). Universidade de Santiago de Compostela. vanessa.sesto@usc.es

RESUMEN

Se compara el desempeño de estudiantes (15 a 16 años) españoles y suecos al interpretar la descomposición térmica del azúcar. Para la recogida de datos se efectuaron grabaciones y se administraron cuestionarios basados en una estrategia POE. Para el análisis de datos se adoptaron modelos para la interpretación de los cambios químicos descritos en la literatura. Los resultados muestran que los estudiantes españoles tienden a describir la descomposición térmica del azúcar como una combustión o una interacción entre el azúcar y el aire, introduciendo la intervención de un segundo agente, mientras que los estudiantes suecos tienden a interpretar el fenómeno incorporando la idea de reorganización de átomos. Como implicación educativa, se sugiere introducir desde edades tempranas una aproximación al modelo corpuscular de la materia para construir paulatinamente otros modelos más sofisticados.

Palabras clave: modelos; cambio químico; educación secundaria; estudio comparado.

INTRODUCCIÓN

Existe un amplio espectro de estudios destinados a caracterizar la comprensión del alumnado acerca de la naturaleza de la materia y sus transformaciones (e. g. Smothers y Goldston, 2010). Estos estudios evidencian que el concepto de materia no está exento de dificultades, y que el alumnado presenta diversas ideas y modelos alternativos en torno a las cuatro principales dimensiones de la materia: composición y estructura, conservación, propiedades y cambios físicos, y propiedades y cambios químicos. Lacolla, Meneses y Valeiras (2014) sugieren que las dificultades del alumnado para comprender el cambio químico proceden de la necesidad de transitar entre los niveles de representación microscópico, macroscópico y simbólico.

En esta comunicación se presenta un trabajo en donde se compara el desempeño de alumnado español y sueco (15 a 16 años) a la hora de interpretar la descomposición térmica del azúcar. Ciertos autores como Casado y Raviolo (2005) señalan que los estudiantes tienden a asociar la idea de reacción química con "mezclar sustancias", de ahí que tiendan a desconsiderar reacciones como las descomposiciones en las que un único reactivo origina más de un producto. Si bien existen estudios sobre las interpretaciones de los estudiantes acerca de las transformaciones de la materia, la pertinencia de este trabajo reside en que apenas existen estudios que comparen el desempeño de estudiantes de distintos sistemas educativos al enfrentarse a tareas donde tengan que interpretar estos fenómenos.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

Los participantes en esta investigación pertenecen a dos sistemas educativos diferentes (España y Suecia). Los participantes españoles son seis estudiantes (15 a 16 años) del cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) que habían elegido la materia de Física y Química, y los participantes suecos son ocho estudiantes (15 a 16 años) de noveno grado con un buen dominio del inglés.

La escolarización obligatoria en Suecia abarca desde los siete a los 16 años. Consta de nueve cursos distribuidos en tres ciclos. En cada uno de los cursos de la escolarización obligatoria se imparten las materias de Química, Física y Biología. En el currículo sueco se especifican los contenidos a abordar a lo largo de cada ciclo, correspondiendo al profesorado la decisión de cómo distribuirlos. Los contenidos clave para el segundo ciclo (10 a 13 años) hacen referencia a una aproximación al modelo atómico-molecular para describir y explicar la estructura y la conservación de la materia, y al conocimiento de reacciones químicas como la fotosíntesis y la combustión. Los contenidos para el tercer ciclo (13 a 16 años) hacen referencia al uso de un modelo corpuscular más sofisticado para explicar la materia y sus transformaciones (Skolverket, 2011).

En cuanto al contexto educativo del alumnado español, durante el momento de la intervención el currículo estaba regido por el Decreto 133/2007 (Xunta de Galicia, 2007). En 2º de la ESO aparecía la energía relacionada con los cambios en los sistemas materiales como concepto estructurante. En la materia de Física y Química de 3º de la ESO se hacía referencia al modelo cinético de la materia para interpretar procesos como los cambios de estado, las dilataciones o los cambios químicos. Además, se introducía el principio de conservación y se proponía la realización de reacciones como la combustión. En la materia optativa de Física y Química de 4º de la ESO se hacía referencia a interpretar las propiedades de las sustancias en base al tipo de enlace.

Para la realización de la actividad el alumnado fue distribuido en grupos, siendo asignado a cada grupo una letra. Para asegurar el anonimato se emplearon pseudónimos (Tabla 1). La intervención tuvo lugar en el laboratorio de ciencias de los centros en los que los participantes estaban cursando sus estudios. Durante el desarrollo de la actividad los participantes únicamente interactuaron con los demás integrantes de su grupo. Presenciaron la actividad una investigadora y la profesora de ciencias. El papel de ambas se limitó a estimular las intervenciones, así como solucionar dudas de tipo procedimental.

Tabla 1. Distribución de los participantes

ALUMNADO DEL SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL		ALUMNADO DEL SISTEMA EDUCATIVO SUECO	
Grupo G	Grupo H	Grupo L	Grupo M
Gloria Graciela Gisela	Hugo Héctor Helena	Lena Lukas Lise Lovisa	Mathilda Markus Matthias Matteus

Recogida y análisis de datos

Se distinguen dos fuentes de datos, las producciones escritas del alumnado y las transcripciones de las discusiones grabadas en audio y vídeo.

Para la recogida de las producciones escritas se empleó un cuestionario (Figura 1) tipo POE (Predecir-Observar-Explicar) (White y Gunstone, 1992). A los estudiantes suecos se administró el mismo cuestionario con las preguntas traducidas al inglés.

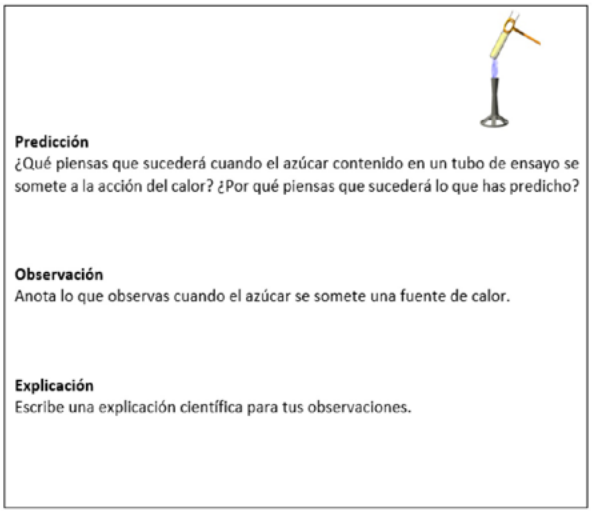


Figura 1. Preguntas del cuestionario

En cuanto a la herramienta de análisis de datos, se tomaron como referencia modelos ya descritos en la literatura, y se estableció una correspondencia entre los niveles de progresión y los modelos que activó el alumnado a fin de comparar el desempeño de los participantes de España y Suecia (Tabla 2).

Tabla 2. Modelos para interpretar los cambios químicos y niveles de progresión asociados

NIVELES DE PROGRESIÓN (HADENFELDT ET AL., 2014)	MODELOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS (ANDERSSON, 1990)
Nivel 3. Se describe la reacción química como reorganización de partículas.	**Reacción química.** Tiene lugar una interacción química entre el reactivo o los reactivos formándose nuevo(s) producto(s). A nivel microscópico, tiene lugar una redistribución de átomos o iones formándose nuevas estructuras.
Nivel 2. Los cambios químicos son reconocidos mediante la aparición de nuevas sustancias con propiedades distintas a las de los reactivos. Los reactivos se transmutan en otras sustancias o energía, o están presentes al final del proceso.	**Modificación.** Las sustancias son las mismas, pero cambian algunas de sus propiedades físicas. A nivel macroscópico, los átomos cambian de tamaño, color...
	Transmutación. Los reactivos se transforman en otras sustancias o en energía. A nivel microscópico, un átomo se transforma en otro átomo diferente.
Nivel 1. No existe un modelo para describir o reconocer reacciones químicas. Se describe lo que se observa.	**Desaparición.** Las sustancias desaparecen. A nivel microscópico, los átomos desaparecen.

RESULTADOS

Estudiantes españoles

Predicción

En la primera pregunta del cuestionario se pedía a los estudiantes que pensasen sobre lo que sucede al calentar azúcar. Todos los participantes del grupo G y dos participantes del grupo H dieron respuestas comparables al modelo de modificación de Andersson (1990), situándose en el segundo nivel de progresión para comprensión de los cambios químicos (Hadenfeldt et al., 2014). La idea o elemento explicativo que los alumnos incluyeron en sus predicciones hace referencia a que la sustancia se conserva, viéndose alteradas algunas de sus propiedades físicas.

Las estudiantes del grupo G hicieron referencia a un cambio en el estado de agregación del azúcar al establecer como predicción que el azúcar se derretiría. Una alumna de este grupo, Graciela, construyó esta predicción amparándose en un conocimiento intuitivo construido a través de vivencias anteriores en su vida diaria. En el fragmento de discusión que se muestra a continuación, se observa como esta alumna fundamenta su predicción en la experiencia adquirida al ver a su madre flamear el azúcar con un soplete.

- Graciela: *¿Qué crees que ocurrirá? Pues que el sólido se convierte en líquido. Profe, ¿por qué se derrite?*
- Profesora: *Ay, no sé. ¿Pero ya lo habéis hecho?*
- Graciela: *No, no. Estamos en la predicción.*
- Profesora: *¡Ah! Estáis prediciendo. O sea, vosotras predecís que se derrite, pero vuestra predicción la tendréis que hacer en base a algo.*
- Graciela: *Porque por ejemplo mi madre cuando le pone a una tarta el azúcar por encima, como una tarta de manzana, y después le da con un mechero, el azúcar se vuelve... se tosta, se derrite y queda como dorado.*

Los dos estudiantes del grupo H (Hugo y Héctor) que activaron un modelo de modificación durante la predicción mencionaron que el azúcar se dilataría, aumentando su volumen. Sin embargo, esta predicción no resultaba plausible para la tercera integrante de este grupo, Helena, quien intentó apoyarse en un conocimiento adquirido en el ámbito escolar acerca del metabolismo celular para formular su predicción.

- Helena: *A ver, planteemos una escena. Esto lo estuvimos dando el otro día.*
- Héctor: Yo voy a poner que se dilata, aumenta su volumen.
- Hugo: Ah, ¿sí? ¿Por qué?
- Héctor: Porque se le aplica calor y al subir la temperatura... yo que sé, algo así.
- Helena: Es que a mí no me tiene sentido que se dilate... [...] A ver, es que en Biología dimos algo así, cómo las células creaban azúcar o algo así, y estoy intentando recordar cómo llegaban allí. Entonces si se invertía ese proceso puede que me diga qué le pasó.

En la siguiente pregunta, cuando se pedía al alumnado que justificase su predicción, todos los participantes incorporaron la idea del calor como agente desencadenante de la transformación de propiedades físicas de la sustancia.

Explicación

A lo largo de la intervención, la observación y la discusión sobre la posible interpretación del fenómeno instaron a los estudiantes a reconstruir sus modelos con la finalidad de eliminar contradicciones y conseguir un mayor poder explicativo. Las tres estudiantes del grupo G describieron la descomposición térmica del azúcar como una combustión, considerando la liberación de vapor de agua y el color ennegrecido de los productos como pruebas a favor de que el azúcar se quemara. Estas respuestas son semejantes a las descritas en otros trabajos (Gabel, Monaghan, MaKinster y Stockton, 2001) y son indicadoras de que las alumnas activaron un modelo de reacción química en el que se incorpora la idea de que la sustancia se transforma en otras sustancias, en este caso el azúcar se transformaría en dióxido de carbono y agua. Como ejemplo, se transcribe un fragmento de la discusión:

- Gloria: *Lo de que aparece agua por dentro, eso ya lo tenemos. Sí, porque en la combustión se libera agua también.*
- Profesora: *Entonces, ¿esto fue una combustión? [...] No sé, pregunto.*
- Gloria: *Sale agua [...]. Yo me acuerdo de que la combustión, cuando es con oxígeno, se desprende CO_2 y agua.*

Un alumno del grupo H, Héctor, sustituyó su modelo inicial de modificación por un modelo de reacción química en el que también contempla una interacción química entre el azúcar y el aire para formar otras sustancias añadiendo que, de no haber aire, el cambio habría sido físico.

Los demás integrantes del grupo H, Hugo y Helena, construyeron una explicación para el fenómeno consistente con el modelo de la ciencia escolar, al señalar que tuvo lugar un cambio químico en el azúcar que dio lugar a la formación de nuevas sustancias, entre ellas el vapor de agua. Sin embargo, no existe constancia de que activasen un esquema de interpretación microscópico.

Estudiantes suecos

Predicción

A la primera pregunta del cuestionario, todos los participantes del grupo L dieron respuestas que evidencian

la activación de un modelo de modificación. Estos estudiantes establecieron como predicción que el azúcar se fundiría y cambiaría de color, incorporando en sus respuestas la idea de que la sustancia se conserva durante la transformación, viéndose alteradas solamente ciertas propiedades físicas.

Por el contrario, tres estudiantes del grupo M activaron desde el inicio un modelo de reacción química en el que tuvieron en cuenta la conservación de los átomos durante la transformación, situándose en el tercer nivel de progresión (Hadenfeldt et al., 2014). Estos alumnos, entre los que se incluyen Markus, Matthias y Matteus, establecieron como predicción que el hidrógeno y el oxígeno que forman parte de la estructura química del azúcar se combinarían para formar agua, quedando en el tubo de ensayo únicamente carbono.

En cambio, la cuarta integrante del grupo M, Mathilda, describió inicialmente la descomposición térmica del azúcar mediante la atribución de comportamiento macroscópico a los átomos, al señalar que los átomos que no son de carbono se evaporarían, de ahí que su respuesta sea comparable al modelo de modificación de Andersson (1990).

EXPLICACIÓN

Tras la observación y discusión, seis participantes construyeron explicaciones en las que incorporaron la idea de conservación de átomos, de modo que los productos contendrían a los reactivos en una combinación química diferente.

Tres participantes del grupo L que inicialmente interpretaran el fenómeno en términos de modificación de sustancias, terminaron empleando un modelo para el cambio químico comparable al modelo de reacción química. Lovisa, Lena y Lise incluyeron en su respuesta final la idea de que el hidrógeno y el oxígeno presentes en el azúcar se unen para formar agua, quedando únicamente carbono en el tubo de ensayo. No obstante, en ciertos momentos de la discusión, estas alumnas incorporaron en el modelo de reacción química algunas ideas comparables al modelo de transmutación de Andersson (1990), al hacer referencia a que el vapor de agua se convierte en humo.

Tres participantes del grupo M (Matthias, Markus y Matteus), que ya activaran inicialmente un modelo para el cambio químico consistente con el modelo de la ciencia escolar, mantuvieron este modelo a lo largo de toda la intervención e incluso llegaron a activar un esquema de interpretación microscópico.

- Markus: *All right. So, what just happened?*
- Matthias: *The oxygen and the hydrogen atoms turn into H_2O which we know as water and the water steam, and the coal atoms remained at the bottom of the test tube and form coal. […] I don't know if the reaction formula for this is $C_6H_{12}O_6$. If that it's for glucose or for the sugar.*
- Matteus: *You can use $C_6H_{12}O_6$. I think that you can use that because it's mainly that I think.*
- Matthias: *The thing is… each type of sugar has some different kind of formula. So, I don't know if it corresponds to this one. So, it's like $C_6H_{12}O_6$ or something. I don't know. So, I won't write the reaction formula, but it contains coal, hydrogen, and oxygen.*

En cuanto a Lukas, quién mostró una implicación muy baja en la tarea durante toda la intervención sin llegar a involucrarse en una discusión activa acerca del fenómeno, proporcionó una respuesta descriptiva en la que no se evidencia la activación de ningún modelo. Por su parte, Mathilda mantuvo su descripción inicial activando un modelo de modificación de Andersson (1990), al señalar que los átomos distintos a los átomos de carbono pasaron al estado gaseoso.

En la Tabla 3 se muestra la frecuencia de cada modelo al inicio y al final de la intervención.

Tabla 3. Frecuencia de los modelos activados por los estudiantes durante al inicio y al final de la tarea

	MODELOS	ESPAÑA (N=6)		SUECIA (N=8)	
		Inicial	Final	Inicial	Final
Nivel 3	Reacción química (micro)	0	0	3	6
	Reacción química (macro)	0	6	0	0
Nivel 2	Transmutación	1	0	0	0
	Modificación	5	0	5	1
Nivel 1	Desaparición/ Descriptivo	0	0	0	1

CONCLUSIONES

La mayoría de los participantes establecen predicciones para la descomposición térmica del azúcar en términos de modificación de sustancia. Estas descripciones son consistentes con el modelo de reacción química, situándose en el segundo nivel de progresión propuesto por Hadenfeldt et al. (2014).

Al final de la intervención, casi todos los participantes construyeron explicaciones en las que se intuye la activación de un modelo de reacción química, si bien existen diferencias en el desempeño de estudiantes suecos y españoles. De los estudiantes españoles que activaron un modelo de reacción química, tres participantes describieron el fenómeno como una combustión en base a la formación de agua y el color ennegrecido de los productos de la combustión, que no asociaron con carbono. Estos resultados en los que se exponen las dificultades del alumnado para diferenciar adecuadamente entre combustión y descomposición térmica son similares a los obtenidos en otros trabajos (e. g. Gabel et al., 2001). Otro estudiante español explicó el fenómeno en base a una interacción química entre el azúcar y el aire. En cambio, todos los estudiantes suecos que activaron un modelo de reacción química construyeron explicaciones consistentes con la interpretación científica, describiendo el fenómeno como una reorganización de los átomos o elementos que integran el azúcar para dar lugar a la formación de nuevas sustancias.

En el currículo sueco ya se establece en la etapa de 10 a 13 años una aproximación al modelo corpuscular de la materia para describir y explicar la estructura de la materia, mientras que el currículo español no contempla la introducción de este modelo hasta la Educación Secundaria. Estos resultados sugieren la necesidad de introducir una aproximación al modelo corpuscular de la materia desde edades tempranas para ir construyendo paulatinamente modelos cada vez más sofisticados.

AGRADECIMIENTOS

FEDER/ Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades - Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto ESPIGA. PGC2018-096581-B-C22.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersson, B. (1990). Pupils' conception of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, *18*, 53-85. DOI: https://doi.org/10.1080/03057269008559981

Casado, G. y Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Universitas Scientiarum*, *10*(1es), 35-43.

Gabel, D. L., Monaghan, D. L., MaKinster, J. G. y Stockton, J. D. (2001). Changing children's conceptions of burning. *School Science and Mathematics, 101*(8), 439-451. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb17879.x

Hadenfeldt, J. C., Liu, X. y Neumann, K. (2014) Framing students' progression in understanding matter: a review of previous research. *Studies in Science Education, 50*(2), 181-208. DOI: https://doi.org/10.1080/03057267.2014.945829

Lacolla, L., Meneses, J. A. y Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 0089-109.

Skolverket (2001). *Compulsory school: Syllabuses*. Stockholm: National Agency for Education.

Smothers, S. M. y Goldston, M. J. (2010). Atoms, elements, molecules, and matter: An investigation into the congenitally blind adolescents' conceptual frameworks on the nature of matter. *Science Education*, *94*(3), 448-477.

White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Londres: The Falmer Press.

Xunta de Galicia (2007). *Decreto 133/2007, del 5 de julio, por el que se regulan las enseñanzas de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma de Galicia.* DOG 13/07/2007.

CF.36 Efectos de una intervención didáctica para mejorar los conocimientos sobre alimentación saludable en Educación Infantil.

Sara Arias Pérez[1], Beatriz García Fernández[2,a] & Antonio Mateos Jiménez[2,b]

[1]Maestra de Educación Infantil. [2] Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Pedagogía. Universidad de Castilla-La Mancha. [a] Facultad de Educación de Ciudad Real. [b] Facultad de Educación de Toledo. Antonio.Mateos@uclm.es.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es identificar los conocimientos sobre alimentación saludable de escolares de Educación Infantil y comprobar si una intervención en el aula, diseñada *ad hoc*, puede aumentar sus conocimientos sobre este tema. Para ello se contó con una muestra compuesta por 24 alumnos de 2º curso de Educación Infantil. Para la recogida de datos se diseñó y se validó un cuestionario basado en una escala Likert gráfica, que fue aplicada a modo de pretest y postest. Los resultados evidencian un efecto limitado, aunque se destaca que los escolares, tras la intervención, aumentaron su conocimiento en relación con las legumbres y el pescado como alimentos saludables. No se encontraron diferencias respecto del sexo. Se plantea en el futuro evaluar el impacto de intervenciones más largas, así como indagar sobre los hábitos de alimentación en los hogares.

Palabras clave: Nutrición; Alimentación saludable; Educación Infantil; Intervención didáctica.

INTRODUCCIÓN

La educación nutricional es una cuestión esencial para la salud de las personas que debe ser incluida en los currículos desde las primeras etapas educativas. Así, desde hace más de treinta años, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), viene reivindicando su importancia dentro de los programas educativos (FAO, 1971). Ello queda plenamente justificado en la actualidad si atendemos a los últimos datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018) sobre obesidad y sobrepeso. Estos datos indican que desde 1975 la obesidad se ha prácticamente triplicado en el mundo y que en 2016 el 39% de adultos en todo el planeta tenían sobrepeso y el 13% padecían obesidad. En cuanto a la infancia, las cifras se encuentran en esa línea. En 2016, 42 millones de niños menores de 5 años en todo el mundo sufrían obesidad o sobrepeso, y esta cuantía era de 340 millones de sujetos si atendemos al rango de edad de 5 a 19 años. Se trata, por tanto, de una cuestión de salud pública prioritaria que puede prevenirse y que ha de abordarse en la escuela. En el último informe de la OMS sobre el seguimiento de los progresos en relación con las enfermedades no transmisibles (OMS, 2017) se sigue advirtiendo que el sobrepeso y la obesidad son problemas de salud de primer nivel junto a enfermedades como la diabetes o la hipertensión.

En el caso español, el último informe ALADINO -ALADINO 2015- de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (2016) advierte que en 2015 la presencia de sobrepeso en niños españoles de entre 6 y 9 años era de 23,2%, y de 18,1% si se refiere a la obesidad. Entre los factores causantes que se recogen en el informe para explicar estos elevados porcentajes, se señala no desayunar a diario, ver la televisión más de 2 horas diarias, o no mantener rutinas de sueño adecuadas. No obstante, es necesario destacar aquellos factores que tienen que ver directamente con patrones incorrectos de alimentación. En este sentido, este mismo informe advierte que es más frecuente que estos patrones no sean saludables cuando el nivel educativo y socioeconómico de los progenitores es escaso.

Lo anterior indica que es esencial educar nutricionalmente en la escuela y para ello pueden tomarse como referencia las recomendaciones de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard, publicadas como *The Healthy Eating Pyramid* (Harvard School of Public Health, 2012) y *The Healthy Eating Plate* (Harvard School of Public Health, 2015), ambas apoyadas en las pruebas científicas de los últimos 20 años. Estas recomendaciones nutricionales pueden ser empleadas como herramientas didácticas con aplicación en la escuela desde las primeras etapas educativas ya que presentan de una manera muy intuitiva la frecuencia con la que deben consumirse los diferentes tipos de alimentos y las porciones aproximadas de estos en cada comida.

Una de las razones que se apuntan para justificar la incorrecta alimentación de los más pequeños es la frecuente ingesta de alimentos ultraprocesados, los cuales son sencillos de consumir, además de ser hipersabrosos y estar presentes en máquinas expendedoras a la que tienen fácil acceso muchos escolares (Leite, de Oliveira, Cremm, de Abreu, Maron & Martin, 2012). Su consumo está directamente relacionado con la presencia de la obesidad (Canella et al., 2014). Los fabricantes, además, para hacerlos más atractivos, suelen anunciar la adición a estos productos de nutrientes como vitaminas, por lo que muchos padres optan por estas alternativas para alimentar a sus hijos. Otro importante factor a tener en cuenta es la publicidad (Mateos, 2016) a la cual la población infantil es especialmente vulnerable ya que suelen aparecer elementos llamativos asociados a los alimentos ultraprocesados, atractivos para los niños, como colores fuertes, regalos promocionales o personajes conocidos, potenciando la creación de hábitos de consumo negativos desde las primeras etapas de la vida (Menéndez & Franco, 2009).

Por último, cabe comentar cómo el nivel socioeconómico de las familias es un factor de gran importancia, como demostró el estudio de Miqueleiz et al. (2014) en el que se comprobó cómo en las clases socioeconómicas más bajas se apreciaba mayor omisión de desayuno, menor consumo de frutas y verduras y mayor consumo de comida rápida, snacks y bebidas azucaradas, bien por carencia de conocimientos sobre alimentación saludable o bien por el menor precio de los alimentos cuya frecuencia no es recomendada.

El presente estudio, a la vista de este preocupante escenario, tiene como objetivos principales a) identificar los conocimientos sobre alimentación saludable de niños de Educación Infantil, y b) diseñar e implementar una intervención didáctica y comprobar su eficacia en relación con el objetivo anterior. Para ello se contó con una muestra participante compuesta por un grupo de 24 escolares de 2º curso de Educación Infantil pertenecientes a un colegio público de Ciudad Real. Todos participaron voluntariamente previa autorización de la dirección del centro y de sus propias familias. El método de selección de la muestra fue por conveniencia y accesibilidad.

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en el paradigma cuantitativo (de Lara & Ballesteros, 2007). Como instrumento de recogida de datos se empleó un cuestionario, diseñado *ad hoc*, consistente en una escala Likert adaptada a Educación Infantil. Para ello se emplearon 4 opciones de respuesta, pues se ha observado que en niños de edades superiores existen dificultades para comprender formatos con cinco opciones de respuesta (Almeida, García Fernández & Strecht-Ribeiro, 2017), descartándose esta posibilidad. Además, se presentó en formato gráfico, pues este tipo de presentación se adapta mejor a esta etapa educativa (Paños, 2019). Esta herramienta fue validada tanto por dos expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales como por una maestra de Educación Infantil, y posteriormente aplicada en una prueba piloto con resultados satisfactorios.

Cada niño debía responder para cada alimento presentado (cereales comerciales refinados, huevos, yogurt natural, diferentes variedades de verduras, hamburguesas y salchichas, diferentes tipos de embutidos, bollería, pan blanco, pan integral, diferentes variedades de frutas, diferentes tipos de legumbres, carne, pizza, queso, pescado, batido de chocolate, leche, zumos de frutas y dulces), cómo de saludable creía que era ese alimento mediante un código de colores. A cada uno de estos colores se les asignó una puntuación numérica, siendo esta mayor cuando el color indicaba que el alimento no era saludable (fig. 1). Se incluyeron alimentos de todos los escalones de *The Healthy Eating Pyramid* (Harvard School of Public Health, 2012). Debido a que se incluyen alimentos más y menos saludables, tras la intervención se esperaba que en el postest se encontrasen puntuaciones inferiores o superiores a las del pretest en función del alimento.

La forma de aplicación de este instrumento fue de modo individual, llevando a los alumnos, uno por uno, a otra sala para evitar las distracciones del aula o que los comentarios de sus compañeros influenciaran sus respuestas. La maestra les mostraba imágenes de los diferentes alimentos considerados y los alumnos debían señalar en la escala gráfica aquella opción que considerasen. La maestra anotó las respuestas en una hoja de registro. El instrumento fue aplicado a los alumnos antes y después de la intervención educativa. No se observaron problemas en la comprensión de los ítems ni dificultades derivadas de su aplicación.

Figura 1. Escala de medición del nivel de conocimiento sobre alimentos saludables. Elaboración propia. 0: No conoce; 1: Saludable; 2: Nivel intermedio; 3: No saludable.

En cuanto a la intervención didáctica, esta consistió en ocho actividades realizadas en días diferentes durante dos semanas: presentación de la pirámide de alimentación saludable de la *The Healthy Eating Pyramid* (Harvard School of Public Health, 2012), asamblea para discutir los inconvenientes de ingerir alimentos ultraprocesados, discusión en asamblea sobre la cantidad de azúcar que existe en diferentes productos mediante el análisis de la etiqueta nutricional, clasificación de diferentes tipos de comida como saludable o no saludable, refuerzo positivo mediante carnet por puntos asociado a los desayunos basados en frutas o verduras, visita a fruterías del mercado de abastos para comprar allí el desayuno, elaboración de recetas saludables, y finalmente la creación de una plataforma online con información sobre alimentación saludable a la que fueron invitadas las familias.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos obtenidos se empleó el software SPSS V. 23 y la suite ofimática Excel. La prueba de Shapiro-Wilks mostró que los datos no seguían una distribución normal, por lo que se empleó estadística no paramétrica: test de Wilcoxon para muestras relacionadas y *U* de Mann-Whitney para muestras independientes. El *p*-valor de referencia para establecer diferencias significativas fue 0.05. Para el cálculo de la fiabilidad se empleó la matriz de correlaciones policóricas, pues se trata de variables de tipo ordinal, calculando el alfa ordinal y el omega como medidas de fiabilidad (Field, 2013).

RESULTADOS

El valor de alfa ordinal, 0.89, y el de omega, 0,92, avalaron la fiabilidad del instrumento. Aunque las variables asociadas a una escala Likert son de tipo ordinal, implicando la conveniencia de emplear la mediana en la estadística descriptiva, se han calculado también la media y la desviación típica para facilitar la comprensión de los resultados.

ALIMENTO	PRETEST			POSTEST			TEST DE WILCOXON	
	Mediana	Media	SD	Mediana	Media	SD	Z	p
Cereales	1,00	1,47	0,73	1,00	1,25	0,95	-1,099	0,272
Huevos	1,00	1,75	0,90	1,00	1,42	0,88	-1,661	0,097
Yogurt	1,00	1,41	0,58	1,00	1,29	0,86	-0,730	0,465
Verdura	1,00	1,25	0,61	1,00	1,33	0,86	-0,816	0,414
Hamburguesas y salchichas	1,00	1,67	0,81	1,00	1,33	0,82	-1,867	0,062
Embutidos	1,00	1,67	0,81	1,00	1,75	0,99	-0,550	0,582
Bollería	1,50	1,79	0,88	2,00	1,92	0,98	-0,743	0,457
Pan blanco	1,00	1,46	0,78	1,00	1,67	0,82	-0,889	0,374
Pan integral	1,00	1,33	1,16	1,00	1,67	1,05	-0,923	0,356
Frutas	1,00	1,17	0,56	1,00	1,17	0,48	0,000	1,000
Legumbres	1,00	1,62	0,82	1,00	1,25	0,61	-2,070	0,038
Carne	1,00	1,58	0,83	1,00	1,54	0,93	-0,289	0,773

Pizza	1,00	1,46	0,78	1,00	1,42	0,65	-0,434	0,665
Queso	1,00	1,58	0,77	1,00	1,46	0,78	-0,714	0,475
Pescado	2,00	1,87	0,90	1,00	1,29	0,62	-2,626	0,009
Batido	1,00	1,67	0,87	2,00	1,96	0,95	-1,265	0,229
Leche	1,00	1,46	0,66	1,00	1,29	0,62	-1,265	0,206
Zumo	1,00	1,58	0,89	1,00	1,17	0,64	-2,060	0,039
Dulces	2,00	2,04	0,96	1,00	1,80	0,98	-1,730	0,084

Tabla 1. Resultado de la estadística descriptiva y del test de Wilcoxon. En negrita los p-valores que indican diferencias estadísticamente significativas.

Al comparar los resultados de ambas aplicaciones se puede observar que existen diferencias significativas entre el pretest y el postest en el caso de las legumbres, el zumo y el pescado. Puede observarse que el alumnado consideró de una forma más positiva estos tres alimentos en el postest. En el caso de las legumbres, el porcentaje de alumnos que las consideraban saludables pasó de un 58,3% en el pretest a un 70,8% tras la intervención, y la consideración de estas como no saludables pasó de un 20,8% a 4,2%. Respecto al pescado, estos porcentajes pasaron de 45,8% a 79,2% en la percepción de este como saludable y de 33,3% a 8,3% en la percepción como no saludable. Mientras que en estos dos casos este era el resultado deseado, en el zumo se consiguió el efecto contrario. Su consideración de este como un alimento saludable pasó de 66,7% en el pretest a un 83,3% en el postest, a pesar de que se había planteado que el consumo de este producto debía ser limitado debido a su cantidad de azúcar.

Cabe mencionar también algunos resultados que, a pesar de no suponer diferencias estadísticamente significativas, son relevantes. Puede observarse que antes de la intervención didáctica los alumnos tendían a seleccionar la opción *verde-saludable* para la mayoría de los alimentos, siendo la más común en todos los productos a excepción del pan integral, donde obtuvo prácticamente el mismo número de respuestas de color verde que la opción NS/NC. Además, se pudieron observar mejores resultados en cuanto a la bollería y el pan integral. Sin embargo, en otros casos se vio un empeoramiento, siendo el más relevante el de las chucherías, ya que el número de alumnos que las consideraban saludables pasó de 10 en el pretest a 14 en el postest. Los resultados de la prueba *U* de Mann-Whitney no revelaron diferencias estadísticamente significativas en función del sexo, ni para el pretest ni para el postest.

Por último, se destaca que la plataforma con información nutricional a la que se dio acceso a las familias, al ser de tipo académico, permitía registrar qué usuarios accedían, y a qué epígrafes lo hacían. Durante el tiempo que duró la intervención tan solo 5 de las 23 familias participantes utilizaron la plataforma, aunque estas accedieron a la mayoría de los epígrafes de que constaba.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Pese a que la educación para la salud es un tema recurrente en los currículos oficiales de Educación Infantil en España (Ministerio de Educación y Ciencia, Real Decreto 1630/2006, 2006) y Primaria (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Real Decreto 126/2014, 2014), queda patente la necesidad de abordar las cuestiones relacionadas con la educación nutricional en particular en la escuela de un modo más efectivo.

Al observar los resultados de la intervención, podemos ver que su influencia ha sido limitada, pues solo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas asociadas a una mejora en dos de los alimentos. Una de las variables que han podido influir negativamente en estos resultados es corta duración de la intervención

(Arias, 2019). Como afirma Pérez Lancho (2007), en el campo de la nutrición la formación continuada muestra mejores resultados que las sesiones aisladas en momentos puntuales. Al haber tenido este estudio una duración de tan solo dos semanas podría suponerse que una mayor duración podría haber resultado más efectiva. Esta limitación del estudio da lugar a plantear esta cuestión como futura línea de investigación.

La segunda limitación es que, como se indicaba en apartados anteriores, la nutrición infantil es un fenómeno multifactorial, influyendo en ella el nivel socioeconómico de las familias, la publicidad, la cultura, etc. De acuerdo con Torres, Marrero, Navarro y Gavidia (2018) se pueden encontrar cinco niveles en los que puede incidir la acción educativa: informativo, preventivo, ambientalista, desarrollo personal y desarrollo personal y social. En la intervención expuesta en este trabajo tan solo se trataban los niveles informativo y preventivo, existiendo un control nulo sobre el resto de las variables dependientes del entorno del niño. Se intentó incidir en el factor ambiental involucrando a las familias mediante la plataforma online con información relacionada con la alimentación saludable, pero tan solo algo más del 20% de estas utilizaron la herramienta. Esta baja participación podría deberse a falta de tiempo o quizás de interés sobre cuestiones nutricionales. Se plantean como futuras líneas de trabajo diseñar estrategias que fomenten el compromiso de las familias, así como investigar qué conocimientos y hábitos tienen sobre alimentación saludable. Estos aspectos son de especial relevancia ya que, al tratarse de alumnado de Educación Infantil, son las familias quienes controlan la alimentación de estos.

En el caso de los zumos, es notable que, pese a haber incidido en que no se debe abusar de ellos por la cantidad de azúcar que contienen, los niños los valoran como más saludables al final de la intervención que al comienzo. Esto puede atribuirse a una confusión debida a que el zumo está elaborado a partir de fruta, la cual es saludable. Igual sucede con las chuches, a pesar de que este fue uno de los productos en los que más se incidió, destacando sus efectos negativos para la salud a través de las actividades. En ambos casos cabe pensar que quizás han influido las propias emociones de los escolares, que se filian a alimentos o productos que consideran buenos y apetecibles más allá de los términos de salud, más difíciles de trabajar en estas edades.

Estos resultados son los obtenidos de un estudio de caso, por lo que no pueden ser generalizables y han de ser tomados con cautela. Finalmente, queda como futura línea de trabajo el explorar otras aproximaciones de la educación nutricional en Educación Infantil con diferentes enfoques, como, por ejemplo, desde una perspectiva gastronómica, tal como defiende Mateos (2016), pues el conocimiento sobre alimentación, además de aproximarse desde los niveles preventivos e informativos, puede y debe aproximarse desde un punto de vista sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (2016). Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Recuperado de: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf

Almeida, A., García Fernández, B. G., & Strecht-Ribeiro, O. (2017). Children's Opinions about Zoos: A Study of Portuguese and Spanish Pupils. *Anthrozoos*, 30(3), 457–472. https://doi.org/10.1080/08927936.2017.1335108

Arias, S. (2019). *Efectos de una intervención didáctica para mejorar los conocimientos y hábitos sobre alimentación saludable en Educación Infantil*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real.

Canella, D. S., Levy, R. B., Martins, A. P. B., Claro, R. M., Moubarac, J. C., Baraldi, L. G., Cannon, G. & Monteiro, C. A. (2014). Ultra-processed food products and obesity in Brazilian households (2008–2009). *PloS one*, 9(3), e92752.

De Lara, E. & Ballesteros, B. (2007). *Métodos de investigación en Educación Social*. Universidad Nacional de Edu-

cación a Distancia: Madrid.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (1971). Educación alimentaria en la escuela primaria. *Estudios sobre nutrición, 25*. Roma: FAO.

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage: Londres.

Harvard School of Public Health (2015). Healthy Eating Plate. Recuperado de: https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating-plate/ [Consulta: 23-05-2019]

Harvard School of Public Health (2012). Healthy Eating Pyramid. Recuperado de: https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating-pyramid/ [Consulta: 23-05-2019]

Leite, F.H., de Oliveira, M.A., Cremm, E.C., de Abreu, D.S., Maron, L.R., & Martin, P.A. (2012). Availability of processed foods in the perimeter of public schools in urban areas. *Jornal de Pediatria* 88(4), 328-334. http://dx.doi.org/10.2223/JPED.2210

Mateos, A. (2016). Nutrición y salud en la formación de los docentes: la gastronomía como propuesta para una enseñanza motivadora. En: A. Mateos & A. Manzanares, coord. *Mejores maestros, mejores educadores.* Aljibe: Málaga.

Menéndez, R. A. & Franco, F. J. (2009). Publicidad y alimentación: influencia de los anuncios gráficos en las pautas alimentarias de infancia y adolescencia. *Nutrición hospitalaria*, 24 (3), 318-325.

Ministerio de Educación y Ciencia (2006). *Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación infantil*. Boletín Oficial del Estado 2007, 4.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Boletín Oficial del Estado, 52.

Miqueleiz, E., Lostao, L., Ortega, P., Santos, J.M., Astasio, P. & Regidor, E. (2014). Patrón socioeconómico en la alimentación no saludable en niños y adolescentes en España. *Atención Primaria*, 46(8), 433-439.

OMS (2017). *Informe sobre el seguimiento de los progresos en relación con las enfermedades no transmisibles*. Ginebra: OMS. Recuperado de: https://www.who.int/nmh/publications/ncd-progress-monitor-2017/en/

OMS (2018). *Obesidad y sobrepeso. Datos y cifras.* Recuperado de: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Pérez Lancho, C. (2007). Alimentación y Educación nutricional en la adolescencia. *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, 6, 600-634. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2480142

Paños, E. (2019). *Actitud hacia la ciencia en los primeros años educativos. Estudio longitudinal tras una intervención*. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. 276 pp.

Torres, M., Marrero, M., Navarro, C. & Gavidia, V. (2018). ¿Cómo abordan los textos de Educación Primaria la competencia en alimentación y actividad física? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (1), 1103. Recuperado de: https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3377

CF.37 La motivación intrínseca como predictor de las emociones del alumnado en el marco del aprendizaje por proyectos sociocientíficos de su entorno

Raquel Romero Fernández, Yolanda González Castanedo y M. Ángeles de las Heras

Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva. E-mail: raquel.romero@pi.uhu.es

RESUMEN

La motivación es un aspecto clave en el aprendizaje del alumnado y una de las formas de fomentarla es trabajar a partir del Trabajo por Proyectos. Por ello, el objetivo general de este trabajo ha sido conocer la relación entre la motivación y las emociones que experimenta el alumnado cuando se trabaja desde el entorno próximo a partir de Proyectos de temática sociocientífica. Se utilizó un cuestionario que medía motivación intrínseca y emociones, el cual fue contestado por 147 alumnos del Grado de Educación Primaria y analizado a nivel cuantitativo. Los resultados mostraron que la motivación intrínseca se comportaba como predictor de las emociones, favoreciendo las positivas e inhibiendo las negativas. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas respecto al género. Según los resultados obtenidos el trabajo por proyectos es adecuado para promover el aprendizaje significativo.

Palabras clave: motivación intrínseca, emociones, trabajo por proyecto, problemas sociocientíficos

INTRODUCCIÓN

La motivación es un aspecto clave en el aprendizaje del alumnado (OCDE, 2006). En concreto, es definida como "lo que originariamente determina que una persona inicie una acción (activación), se desplace hacia un objetivo (dirección) y persista en sus tentativas para alcanzarlo (mantenimiento)" (Herrera, Ramírez, Roa y Herrera, 2004, p.2). Por ello, su estudio es esencial si se desea obtener una explicación científica de la conducta del alumnado (Beltrán, 1984).

La Teoría de la Autodeterminación (Deci y Ryan, 1985, 2000), marco de referencia a nivel motivacional de este trabajo, analiza el grado en que las conductas humanas son realizadas por propia elección. En concreto, entre otros aspectos, a través de la denominada Mini-teoría de Integración Orgánica, se centra en las diferentes formas de motivación, así como los factores contextuales que promueven o impiden la interiorización e integración de la regulación de la conducta motivada (Deci y Ryan, 1985). Así, se establecen diferentes tipos de motivación a lo largo de un continuo, en el que, de menor a mayor autodeterminación, se encuentra la desmotivación, la motivación extrínseca y la motivación intrínseca (Deci y Ryan, 2000). En concreto, la motivación intrínseca, bajo esta teoría, es aquella que hace referencia al desarrollo de una actividad por la satisfacción inherente al realizarla.

Esta motivación intrínseca se ve favorecida por el Clima Tarea (Ntoumanis, 2002), que dentro de la Teoría de las Metas de Logro (Nicholls, 1989) y, en concreto, en el Clima Motivacional definido por Ames (1984), significa que las personas sometidas a una actividad de logro, que son aquellas en las que su actuación es evaluada en términos de éxito y fracaso, existen dos tipos de metas de logro. Así, tenemos la meta orientada a la Tarea, en la que el éxito viene definido por el esfuerzo y mejora personal y, la orientada al Ego, en la que el éxito se define como superación de los demás y demostración de capacidad.

Además, Ames (1992), propone unos principios para mejorar el clima tarea, que los resume en seis, bajo el acrónimo de TARGET (Tareas, Autoridad, Recompensa, Grupo, Evaluación, Tiempo), lo que viene a significar que las Tareas deben ser significativas, indagativas, globales, adaptadas, variadas, etc. Con relación a la Autoridad, el profesorado debe tener liderazgo, pero permitir que el mayor número de decisiones las tome el alumnado, tanto dentro como fuera de la tarea. El profesor debe reconocer positivamente los esfuerzos de los alumnos y corregir a través de preguntas para fomentar el aprendizaje autónomo. También es importante que la mayoría de las tareas se desarrollen en grupo. La evaluación debe ser integral, valorando todos los aspectos y autónoma, fomentando la autovaloración. Por último, la participación del alumnado durante la sesión debe ser máxima, aprovechando el tiempo en cada tarea.

Pero también este mismo autor describe que este clima tarea se caracteriza por el fomento de la mejora personal más que la comparación, el proceso más que el resultado final y mete el foco en el aprendizaje más que en la calificación; tareas participativas, útiles, indagativas; docente como guía; objetivos de aprendizaje claros; evaluación formativa; feed-back en el aprendizaje; tiempo suficiente para que se produzca el aprendizaje deseado…

Todas estas premisas y características coinciden con la base de una metodología basada en el Trabajo por Proyectos, qué si cabe, se agudiza aún más cuando estos proyectos están encaminados a trabajar los problemas sociocientíficos del entorno próximo. Trabajar desde el contexto próximo genera unos vínculos emocionales en el alumnado que se traducen en motivación hacia el elemento de estudio.

Diversas investigaciones han establecido relaciones entre motivación y emociones. Así, se ha detectado que el disfrute correlaciona positiva y significativamente con la motivación intrínseca (Ntoumanis, 2002), mientras que el aburrimiento lo hace de forma significativa y negativamente (Ntoumanis, 2002; Pekrun et al., 2010, 2011). En concreto, el estudio realizado por González, Paoloni y Rinaudo (2013) mostró que la motivación intrínseca predijo negativamente el aburrimiento, a la vez que se comportaban como predictor positivo de la emoción de disfrute.

Teniendo en cuenta todos estos antecedentes, el objetivo de este trabajo es conocer si trabajando desde el contexto próximo a partir de proyectos sociocientíficos, se genera en el alumnado una motivación intrínseca y, a partir de ello, observar qué tipo de emociones manifiesta.

MÉTODO

Problemas de investigación e hipótesis

1. ¿Qué motivación presenta el alumnado al trabajar por proyectos vinculados a problemas sociocientíficos?
2. H_0: Consideramos que el trabajo por proyectos vinculado a problemas sociocientíficos promueve la motivación intrínseca del alumnado.
3. ¿Qué relación existe entre la motivación y las emociones que se generan?
4. H_1: Esperamos encontrar que la motivación intrínseca favorecerá las emociones positivas e inhibirá las negativas.
5. ¿Existen diferencias, según el género, en las variables analizadas (motivación intrínseca, emociones positivas y emociones negativas)?
6. H_2: Consideramos que no existirán diferencias significativas respecto al género en relación a la motivación y las emociones.

Contexto y participantes

Esta investigación se ha realizado en el seno de la Titulación de Grado de Educación Primaria. Este comprende de cuatro cursos que suman un total de 240 créditos. De estos, solamente 15 créditos se corresponden con asignaturas impartidas por el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, cuya docencia se basa en el trabajo por proyectos. En concreto, este estudio se contextualiza en la asignatura de Proyectos Integrados para el Conocimiento del Medio Natural en la Educación Primaria, que cursa el alumnado en su cuarto año de formación. Durante su desarrollo el objetivo principal es que los maestros en formación diseñen estrategias de enseñanza y aprendizaje en las que utilizar el conocimiento científico en contextos de relevancia social. Los alumnos trabajan los contenidos del curriculum de ciencias a través de problemas sociocientíficos de su entorno. El gran valor ambiental del contexto en el que viven los alumnos se refleja en la gran variedad de problemas que han sido objeto de estudio. Algunos ejemplos son: la agricultura intensiva de la fresa, los incendios forestales, la sobrepesca, el águila pescadora como especia en peligro de extinción o la contaminación de las playas. Este planteamiento favorece el trabajo global y logra la implicación activa del alumno en su propio aprendizaje.

La muestra estuvo compuesta por 147 alumnos (73 % mujeres y 27 % hombres). Se tuvo en consideración que el tamaño muestral tenía que ser 10 veces mayor que el número de ítems (Velicer y Fava, 1998).

Instrumentos

Los datos se han obtenido mediante dos escalas, ambas con un rango de respuesta tipo Likert del 1 (Totalmente en desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo), que fueron presentadas como un único cuestionario, junto a una cuestión para obtener información sobre el género.

Motivación Intrínseca. Se utilizó el constructo que mide la motivación intrínseca de la versión publicada y testada en el contexto español por Moreno, González-Cutre y Chillón (2009). La sentencia previa a los cuatro ítems

fue “Participo en el diseño de propuestas para trabajar las ciencias naturales a partir de problemas socioambientales que se generan en el entorno próximo…”.

Se observó semejanza con la curva normal atendiendo a la asimetría y curtosis, ya que su valores se encontraron dentro del rango (-1,1), tal y como recomiendan Ferrando y Anguiano-Carrasco (2010). Este constructo obtuvo unos índices de ajuste adecuados: χ^2= 3.79, *p*= .15, χ^2/g.l. = 1.89, CFI = .99, IFI = .99, GFI = .99, SRMR = .02, RMSEA = .05. Asimismo, la consistencia interna de la escala fue considerada aceptable, ya que el valor de alfa de Cronbach fue .81.

Escala de emociones.

La escala de emociones fue tomada y modificada de Retana (2018), debido al objetivo planteado en este estudio. En ella se medía el grado de acuerdo declarado por los estudiantes acerca de la intensidad de tres emociones positivas y tres emociones negativas que experimentaban cuando trabajan Ciencias mediante el diseño de proyectos entorno a problemas sociocientíficos.

Todos los valores de asimetría y curtosis se situaron en el rango (-1,1), cumpliendo con el criterio de normalidad (Ferrando y Anguiano-Carrasco, 2010). En este caso los índices de ajuste fueron apropiados: χ^2 = 7.88, *p*= .44, χ^2/g.l. = .985, CFI = 1.0, IFI = 1.0, GFI = .98, SRMR = .03, RMSEA = .000. La consistencia interna obtuvo un valor de .850 para las emociones positivas y .731 para las negativas.

Procedimiento

Para comenzar la recogida de datos se contactó con el profesorado responsable de la asignatura seleccionada, para informarles de los objetivos y pedirles su colaboración. El alumnado contestó mediante un cuestionario digitalizado. Se solicitó su participación de forma voluntaria y anónima en el estudio.

Análisis de datos

En un primer paso, se estimaron los estadísticos descriptivos de todas las variables objeto de estudio y se analizaron las correlaciones bivariadas entre ellas.

A continuación, se realizó un modelo estructural para analizar la predicción de las emociones a partir de la motivación intrínseca. Este análisis fue llevado a cabo, siguiendo a Lévy y Varela (2006), en dos pasos. En el primero se realizó un análisis factorial confirmatorio para comprobar la validez del modelo de medida. En el segundo paso, se realizó un análisis de mediación y, finalmente, se ejecutó el modelo estructural para analizar las relaciones entre las variables latentes, momento en el que se evaluó simultáneamente el modelo estructural y el de medición. A su vez, siguiendo las recomendaciones de estos autores, se llevó a cabo una evaluación de la bondad de ajuste mediante la valoración complementaria de los índices más comunes atendiendo a los tres tipos de ajuste global. Así, los índices incrementales (CFI, IFI) son considerados aceptables cuando muestran valores superiores a .95 (Lévy y Varela, 2006). Por su parte, los índices de error se consideran aceptables con valores de .08 o inferiores para el RMSEA (Browne y Cudeck, 1993) y el SRMR (Hu y Bentler, 1999). Mientras que, el valor GFI es aceptable cuando es superior a .90. Respecto al □2/g.l., valores inferiores a 3 representan un ajuste aceptable (Schermelleh-Engel, Moosbrugger, y Müller, 2003). Además, los parámetros de estudio se mostraron significativos (t ≥|1.96|) considerándose que el modelo de medida era adecuado.

Finalmente, se realizó la prueba T-Student para muestras independientes para determinar las diferencias de las variables estudiadas respecto al género.

Todos estos análisis se llevaron a cabo utilizando los programas estadísticos SPSS 19.0 y AMOS 22.0.

Resultados y discusión

Los estadísticos descriptivos de las variables son presentados en la Tabla 1. En relación con la motivación intrínseca, se observa que la media fue 4.34. A su vez, las emociones positivas obtuvieron un valor de 4.09. Mientras que, las emociones negativas obtuvieron una media de 1.97. En consecuencia, los resultados obtenidos corroboraron la primera hipótesis, en la que se consideró que el trabajo por proyectos vinculado a problemas sociocientíficos promueve la motivación intrínseca del alumnado.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos y correlaciones de las variables de estudio

	M	SD	A	K	1	2	3
1. M.I.	4.341	.56	-.558	-.497	-	,693**	-,376**
2. Emociones positivas	4.086	.72	-.660	.152	-	-	-,447**
3. Emociones negativas	1.968	.75	.742	.145	-	-	-

Notas: M: media aritmética; SD: Desviación típica; A: Asimetría; C: Curtosis

En el análisis de correlación (Tabla 1), se observó que la motivación intrínseca estableció una relación positiva y significativa con el conjunto de emociones positivas. Mientras que, con las emociones negativas fue a la inversa. Asimismo, las emociones positivas y negativas correlacionaron de forma negativa y significativa entre sí.

El análisis del impacto de la motivación intrínseca en las emociones positivas y negativas del alumnado se realizó mediante un modelo de ecuaciones estructurales. En concreto, el modelo hipotetizado fue testado empleándose una aproximación en dos pasos, tal y como recomiendan Lévy y Varela (2006).

En primer lugar, se llevó a cabo un modelo de medición con 3 constructos latentes que agrupaban un total de 10 medidas observadas. Para corroborar la idoneidad de las escalas aplicadas, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio para todas las variables mediante el método de estimación de máxima verosimilitud. El modelo de medida obtuvo unos índices de ajuste aceptables: $\chi^2 = 62.36$, $p < .001$, $\chi^2/g.l. = 1.95$, CFI = .96, IFI = .96, GFI = .93, SRMR = .05, RMSEA = .08. Por lo que, dicho modelo era adecuado.

Por otro lado, el análisis de ecuaciones estructurales del segundo paso permitió centrarse en las interacciones conceptuales entre los factores latentes. Así, examinando la relación entre la motivación intrínseca con las emociones positivas y las emociones negativas se encontró que el modelo de mediación obtenía unos índices de ajuste adecuados, $\chi^2 = 70.52$, $p < .000$; $\chi^2/g.l. = 2.14$; CFI = .95; IFI = .95; GFI= .92; RMSEA = .08; SRMR = .05. La motivación intrínseca predecía tanto las emociones positivas ($\beta = .85$, $p < .001$) como las emociones negativas ($\beta = -.58$, $p < .001$), llegando a explicar el 72% y el 33% de la varianza de estas últimas variables respectivamente.

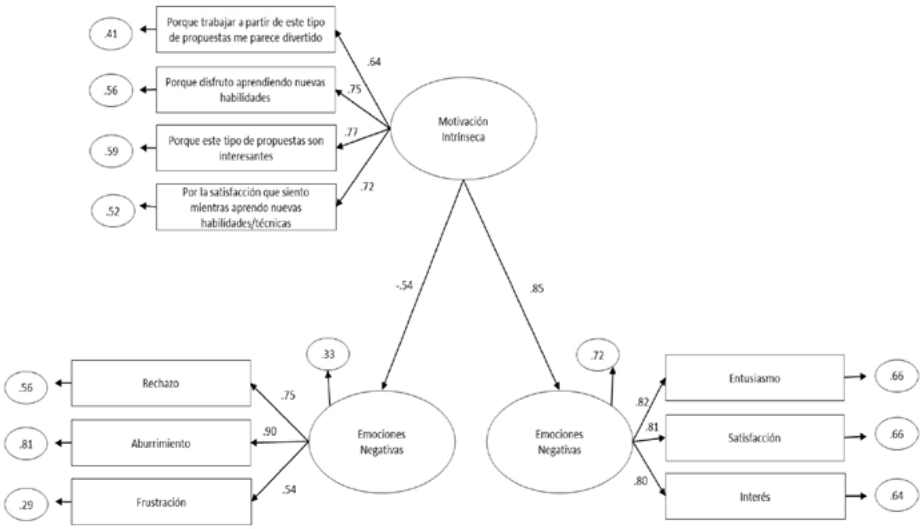


Figura 1. Modelo de ecuaciones estructurales mostrando las relaciones entre la motivación intrínseca con las emociones positivas y las emociones negativas. Todos los parámetros están estandarizados y son estadísticamente significativos ($p < .001$). Las varianzas explicadas se muestran sobre las flechas pequeñas incluidas en elipses.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, la presencia de razones que resaltan el interés de la asignatura por sí misma favoreció que el alumnado sintiese con gran intensidad las emociones positivas. Asimismo, dichas razones ayudaron a que las emociones negativas alcanzaran una presencia mínima en el alumnado. De esta forma, quedó corroborada la segunda de las hipótesis, en la que se estableció que la motivación intrínseca favorecería las emociones positivas e inhibirá las negativas.

A su vez, estos resultados se encuentran en la línea de los obtenidos en diversas investigaciones en secundaria (González, Paoloni y Rinaudo, 2013; Ntoumanis, 2002) y, en concreto, en alumnado que trabaja realizando un proyecto (Liu et al., 2009). Este hecho podría relacionarse con la puesta en práctica de la asignatura, ya que en todo momento se pretende favorecer la motivación intrínseca a través de una propuesta de trabajo que les resulte interesante, divertida y en la que aprenda nuevas habilidades disfrutando, provocando de esta forma comportamientos motivados intrínsecamente (Deci y Ryan, 2000).

En las Tabla 2 se muestran los resultados de la prueba T-Student para muestras independientes, para determinar las diferencias de las variables estudiadas respecto al género.

Tabla 2. Diferencias entre las medias de las variables de estudio en función del género.

	Hombres		Mujeres				
	M	DT	M	DT	Diferencias	t	Sig.
1. Motivación Intrínseca	4,393	0,563	4,206	0,525	-,186	-1,817	,071
2. Emociones positivas	4,115	0,717	4,008	0,745	-,107	-,796	,427
3. Emociones negativas	1,938	0,766	2,050	0,702	,112	,808	,314

Según los resultados obtenidos en la prueba y teniendo en cuenta que la hipótesis nula de partida fue que habría igualdad en las variables entre ambos géneros, no se encontraron diferencias estadísticamente sig-

nificativas ($p < .05$). Es decir, no había diferencias en la motivación intrínseca que presentaban los alumnos y las alumnas, ni tampoco en las emociones que experimentaban. En consecuencia, los resultados obtenidos corroboraron la última hipótesis, en la que se consideró que no existirían diferencias significativas respecto al género en relación a la motivación y las emociones. En el caso de las emociones nuestro trabajo coincide con lo obtenido por Oliveira, Reis y Tinoca (2018) en el que no encuentran diferencias entre género. Estos autores indican que no es posible afirmar que las prácticas docentes puedan favorecer un género u otro. Sin embargo, no coincidimos con Retana (2018) quien afirma que las emociones sentidas por los estudiantes son diferentes según el género.

CONCLUSIONES

Para concluir y, teniendo en cuenta los problemas planteados de partida, podemos comenzar diciendo que la motivación que se genera en los maestros en formación durante su paso por la asignatura de Proyectos Integrados y tras su implicación en el desarrollo de proyectos sociocientíficos es intrínseca, es decir, los alumnos están motivados hacia el proyecto no por el resultado en sí que vaya a obtener, sino por el interés de la propia tarea y su aprendizaje.

Además, el que esta motivación intrínseca haya establecido una relación positiva y significativa con el conjunto de emociones positivas y lo contrario con las emociones negativas, pone de manifiesto la necesidad de conseguirla debido a los beneficios que estas generan, como ya ha sido descrito. Finalmente, es la metodología de Trabajo por Proyectos una buena vía para conseguir la motivación del alumnado debido a sus características.

Por todo ello, estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de implementar secuencias de enseñanza ligadas al contexto próximo del alumnado y con temáticas de interés para ellos, por la capacidad que tienen, como se ha demostrado, de generar ambientes de emociones positivas tan beneficiosas para el proceso de aprendizaje del alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ames, *C. (1984). Competitive, cooperative and individualistic goal structures: A motivational analysis. In R. Ames, & C. Ames (Eds.), Research on motivation in education. Vol. 1: Student motivation (pp. 177-207). New York: Academic Press.*

Ames, C. (1992). Achievement goals, motivational climate, and motivational pro-cesses. En G. C. Roberts (Ed.), *Motivation in sport and exercise* (pp. 161-176). Champaign, IL: Human Kinetics. Beltrán, J.A. (1984). Psicología educacional. Madrid: UNED.

Beltrán, J.A. (1984). *Psicología educacional.* Madrid: UNED.

Browne, M. W. y Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. En K. A. Bollen, y J. S. Long (Eds.), Testing Structural Equation Models (136–162). Beverly Hills, CA: Sage.

Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Nueva York: Plenum.

Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behaviour. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.

Ferrando, P.J. y Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles de psicólogos*, 31(1), 18-33.

González, A., Paoloni, V. y Rinaudo, C. (2013). Aburrimiento y disfrute en clase de Lengua española en secundaria: predictores motivacionales y efectos sobre el rendimiento. *Anales de Psicología*, 29(2), 426-434.

Herrera, F., Ramírez, M.I., Roa, J.M. y Herrera, I. (2004). Tratamiento de las creencias motivacionales en contextos educativos pluriculturales. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado de http://www.rieoei.org/investigacion4.htm

Hu, L. y Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6, 1-55.

Lévy, J.P. y Varela, J. (coord) (2006). Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales. A Coruña: Netbiblo.

Liu, W., Wang, C., Tan, O., Koh, C. y Ee,J. (2009). A sel-determination approach to understanding students´ motivation in Proyect work. *Learning and Individual Differences*, 19, 139-145.

Nicholls, J. G. (1989). *The competitive ethos and democratic education*. Cambrid-ge, MASS: Harvard University Press.

Ntoumanis, N. (2002). Motivational clusters in a sample of British physical education classes. *Psychology of Sport and Exercise*, 3, 177-194

OCDE (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies*. París: OECD Publishing. Recuperado de: http://www.oecd.org/pisa/publicacionesdepisaenespaol.htm

Oliveira, M., Reis, P., y Tinoca, L., (2018). Influência do género nas salas de aulas de ciencias: um estudo com docentes e estudantes de 9º ano. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 26(99), 255-277.

Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L., Stupnisky, R. y Perry, R. (2010). Boredom in achievement settings: Exploring control-value antecedents and performance outcomes of a neglected emotion. *Journal of Educational Psychology*, 102, 531-549.

Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A., Barchfeld, P. y Perry, R. (2011). Measuring emotions in students` learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 36, 36-48.

Retana, D., (2018). El cambio de las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en la indagación. PhD.

Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. y Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research*, 8, 23-74. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/251060246_Evaluating_the_Fit_of_Structural_Equation_Models_Tests_of_Significance_and_Descriptive_Goodness-of-Fit_Measures

Velicer, W. F. y Fava, J. L. (1998). Effects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231-251.

CF.38¿Cómo se puede evaluar el trabajo experimental? Análisis de pruebas externas preuniversitarias de química de España, Reino Unido e Irlanda

Almudena de la Fuente Fernández[1], M. Araceli Calvo Pascual[2]

1 Universidad Complutense de Madrid. 2 Universidad Autónoma de Madrid

RESUMEN

Las pruebas externas que suelen realizarlos estudiantes al finalizar la educación secundaria ejercen una influencia decisiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este estudio indaga en la forma de evaluar el trabajo experimental en pruebas externas de química preuniversitaria. Para ello, se ha efectuado un análisis de contenido de exámenes realizados en España (PAU), Reino Unido (A-level) e Irlanda (Leaving Certificate) entre 2010 y 2016. El análisis pone de manifiesto la escasa presencia de dichos contenidos en las PAU, aunque con diferencias significativas por comunidades autónomas; sin embargo, tanto el A-level como el Leaving Certificate evalúan sistemáticamente las destrezas del alumnado para aplicar las estrategias básicas del trabajo científico. Se propone la introducción de estos aspectos en nuestras pruebas de evaluación como posible medio para fomentarlos en las aulas.

Palabras clave: enseñanza de la química; pruebas de acceso a la universidad; trabajo experimental.

INTRODUCCIÓN

Las pruebas externas de evaluación, especialmente cuando condicionan la titulación o el acceso a otra etapa educativa, ejercen un efecto decisivo en la práctica diaria del profesorado (Chapman y Snyder, 2000; Holme, Richards, Jimerson y Cohen, 2010; Daly, Baird, Chamberlain, y Meadows, 2012). En nuestro país, las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU o, desde 2017, EBAU o EvAU entre otros acrónimos) constituyen un ejemplo paradigmático de este efecto. En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, Oliva, Franco y Gil (2016, 2018) han revelado la tendencia del profesorado de Bachillerato a centrarse en los contenidos de estos exámenes, lo que conduce a un estrechamiento del currículo durante esta etapa. Esto se traduce en una falta de atención a aspectos fundamentales de la competencia científica que se suelen obviar en estas pruebas como son las habilidades y destrezas características de la investigación científica, la naturaleza de la ciencia, las relaciones ciencia-tecnología-sociedad y el desarrollo de actitudes y valores (Caamaño, 2001; Banet, 2010, Oliva et al., 2016, 2018). Por ello, tal y como están concebidas nuestras pruebas de acceso a la universidad, no solo no contribuyen a la innovación educativa, sino que llegan a ejercer un efecto disuasorio sobre el profesorado respecto a posibles iniciativas innovadoras (Oliva y Acevedo, 2005; Oliva et al., 2016, 2018).

En los países de nuestro entorno, también existen pruebas similares de evaluación que los alumnos deben superar para poder acceder a los estudios universitarios (Baccalauréat en Francia, A-level en Reino Unido, Abitur en Alemania, Leaving Certificate en Irlanda, etc.). Si bien este tipo de exámenes influyen de forma inevitable en el proceso de enseñanza-aprendizaje, su efecto positivo o negativo depende fundamentalmente de la calidad de las pruebas aplicadas (Khaniya, 1990). Así, en las reformas implementadas en el A-level, se hacía especial énfasis en promover mejoras educativas a través de la mediación del profesorado (Daly et al., 2012). Del mismo modo, dado que la enseñanza de las ciencias en el Bachillerato español tiende a relegar los aspectos relacionados con la vertiente experimental de la ciencia, si se diseñaran unas pruebas de acceso a la universidad que dieran más importancia a dichos aspectos, se podría contribuir a fomentar el trabajo experimental en las aulas de Bachillerato.

En relación con lo expuesto anteriormente, los objetivos establecidos para este estudio son:

- Comparar la importancia que se concede al trabajo experimental en distintas pruebas externas preuniversitarias.
- Aportar ideas de cara al diseño de unas futuras pruebas de acceso a la universidad en las que se evalúen de forma explícita los aspectos fundamentales de la competencia científica contribuyendo a promoverlos en los centros educativos.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos mencionados, se han analizado la frecuencia y las principales características de las preguntas relativas al trabajo experimental en química planteadas en las PAU de distintas comunidades autónomas (2010-2016), en el A-Level británico (2012-2015) y en el Leaving Certificate irlandés (2012-2016). Para ello ha sido preciso establecer unas categorías relacionadas con distintas facetas evaluables del trabajo experimental a partir de las especificaciones mencionadas en los currículos de los países estudiados.

Según la LOE (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación), ley educativa vigente en España durante el periodo analizado, la enseñanza de la Química en el bachillerato pretende, entre otros objetivos, "familiarizarse con el diseño y realización de experimentos químicos, así como con el uso del instrumental básico de un laboratorio químico y conocer algunas técnicas específicas, todo ello de acuerdo con las normas de seguridad de sus instalaciones" (Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas). No obstante, el currículo oficial no llega a concretar las acti-

vidades experimentales a realizar por el alumnado, si bien en algunas comunidades autónomas (CCAA) sí se especifican. Por ejemplo, el decreto de Bachillerato de Cataluña recalca que las actividades experimentales son parte inherente de la química y por ello incluye en cada apartado de contenidos una actividad práctica obligatoria (Decreto 142/2008, de 15 de juliol, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments del batxillerat). De forma análoga, en Reino Unido se especifican doce prácticas de laboratorio que todos los alumnos deben realizar y se requiere que los estudiantes sean capaces de explicar los diseños experimentales, evaluar los resultados y extraer conclusiones en relación con los errores e incertidumbres en las medidas (Assessment and Qualifications Alliance, 2013). También el alumnado irlandés debe realizar obligatoriamente una serie de prácticas experimentales de qu**ímica,** evaluándose posteriormente su capacidad para seleccionar y manipular el instrumental adecuado, hacer observaciones y mediciones precisas e interpretar los datos experimentales y evaluar la precisión de los resultados obtenidos (Nacional Council for Curriculum and Assessment, 2002).

Partiendo de estos planteamientos, se han establecido cuatro categorías en relación con el trabajo experimental en química: conocimiento de técnicas específicas (TE), diseño y evaluación de experimentos (DE), reconocimiento y uso del instrumental de laboratorio (IL) y conocimiento de las normas de seguridad (NS). Las preguntas han sido categorizadas por dos jueces de manera independiente, alcanzando un grado de concordancia muy elevado y resolviendo por consenso los casos puntuales en los que había discrepancia.

La muestra estudiada (tabla 1) está constituida por las preguntas extraídas de pruebas de evaluación de Química correspondientes a:

- Convocatorias ordinaria y extraordinaria de las PAU entre 2010 y 2016 (periodo LOE) en 10 CCAA –Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia, Madrid y País Vasco– obteniéndose una muestra de 1382 preguntas.
- Exámenes para la obtención del A-level propuestos por la Assessment and Qualifications Alliance entre 2012 y 2016, con un total de 181 preguntas.
- Exámenes del Leaving Certificate (higher level) entre 2010 y 2016, con una recopilación de 77 preguntas.

Tabla 1. Distribución de las preguntas analizadas por países, CCAA y años

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
ESPAÑA	194	198	198	198	198	198	198	1382
Andalucía	24	24	24	24	24	24	24	168
Aragón	16	20	20	20	20	20	20	136
Asturias	20	20	20	20	20	20	20	140
Canarias	20	20	20	20	20	20	20	140
Castilla y León	20	20	20	20	20	20	20	140
Cataluña	14	14	14	14	14	14	14	98
Com. Valenciana	20	20	20	20	20	20	20	140
Galicia	20	20	20	20	20	20	20	140

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
Madrid	20	20	20	20	20	20	20	140
País Vasco	20	20	20	20	20	20	20	140
REINO UNIDO	n/a	n/a	42	38	38	44	19	181
IRLANDA	11	11	11	11	11	11	11	77

RESULTADOS

La frecuencia con la que las preguntas planteadas en las citadas pruebas de evaluación (PAU, A-level y Leaving Certificate) hicieron referencia a algún aspecto relacionado con el trabajo experimental se muestra en la tabla 2, donde se puede constatar que en nuestro país apenas representan un 6% de las preguntas de las PAU de Química, mientras que en Reino Unido (25%) y especialmente en Irlanda (53%) son mucho más frecuentes. En el caso de las PAU, dichas frecuencias están además desglosadas por CCAA, si bien solo se encontraron preguntas relativas a este tema en 5 de las 10 comunidades analizadas, destacando la presencia de cuestiones sobre trabajo experimental en Asturias, Cataluña y Galicia.

Tabla 2. Frecuencia de preguntas referentes a trabajo experimental en PAU, A-level y Leaving Certificate

	TOTAL		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i
ESPAÑA	84	6%	12	6%	14	7%	12	6%	14	7%	14	7%	10	5%	14	7%
Asturias	30	21%	5	25%	5	25%	4	20%	4	20%	4	20%	4	20%	4	20%
Castilla y León	7	5%	1	5%	1	5%	0	0%	2	10%	1	5%	0	0%	2	10%
Cataluña	17	17%	2	14%	3	21%	3	21%	2	14%	2	14%	2	14%	3	21%
Galicia	26	19%	3	15%	4	20%	4	20%	4	20%	3	15%	4	20%	4	20%
País Vasco	4	3%	0	0%	1	5%	0	0%	1	5%	2	10%	0	0%	0	0%
REINO UNIDO	45	25%	n/a	n/a	n/a	n/a	8	19%	10	26,3	7	18%	13	30%	7	37%
IRLANDA	41	53%	7	64%	4	36%	6	45%	7	63,6	6	55%	6	55%	6	55%

Por otro lado, en la figura 1 se puede observar la evolución temporal del porcentaje de estas cuestiones respecto al total de preguntas que constituían la muestra en los tres países objeto de estudio. Estas fluctuaciones no resultan en general muy significativas, aunque sí se puede destacar una evolución positiva en Reino Unido

en los dos últimos años del periodo estudiado, coincidiendo con la reforma del A-level en 2013 (AQA, 2013), aplicada por primera vez en el curso 2014-2015.

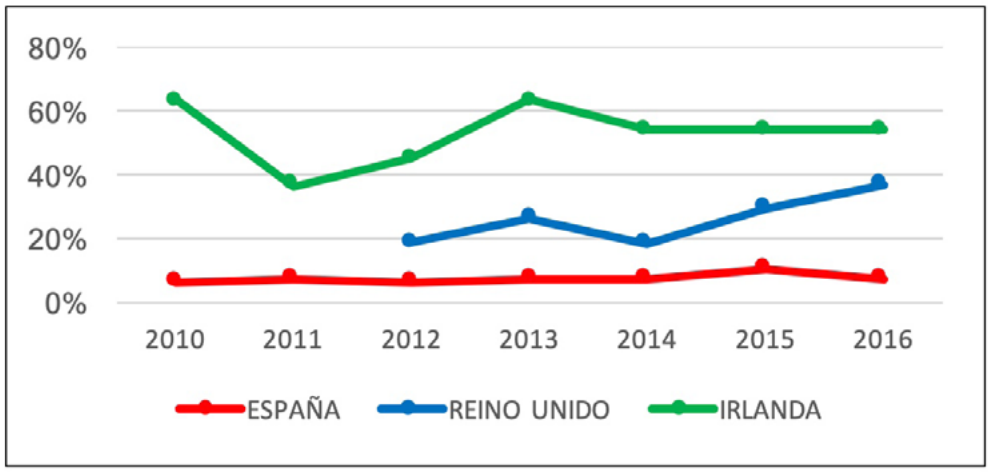


Figura 1. Evolución temporal de la frecuencia de preguntas referentes a trabajo experimental

En cuanto al análisis de las categorías establecidas, sus frecuencias respecto al total de preguntas relacionadas con actividades experimentales están plasmadas en la tabla 3 –detalladas por CCAA en el caso de las PAU– y se muestran gráficamente en la figura 2. Independientemente de la procedencia de las pruebas, prácticamente la totalidad de las preguntas analizadas pueden incluirse en la categoría de "técnicas específicas" (TE) y un porcentaje muy elevado hacen referencia al reconocimiento y uso del instrumental de laboratorio (IL). Por el contrario, llama especialmente la atención que en ninguna de las PAU de la muestra estudiada se requiere a los estudiantes diseñar o evaluar experimentos, mientras que este tipo de cuestiones sí son frecuentemente planteadas en Reino Unido (71% de las preguntas sobre trabajo experimental) e Irlanda (42 %). En relación con las normas de seguridad en el laboratorio de química (NS), su presencia es muy escasa en el A-level (7%) y algo más frecuente en el Leaving Certificate (15%), estando totalmente ausentes en el caso de las PAU.

Tabla 3. Frecuencia de las preguntas relacionadas con el trabajo experimental según sus categorías (por países y CCAA)

	TE		DE		IL		NS	
	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i
ESPAÑA	84	100%	0	0%	60	71%	0	0%
Asturias	30	100%	0	0%	8	27%	0	0%
Castilla y León	7	100%	0	0%	7	100%	0	0%
Cataluña	17	100%	0	0%	15	88%	0	0%
Galicia	26	100%	0	0%	26	100%	0	0%
País Vasco	4	100%	0	0%	4	100%	0	0%
REINO UNIDO	43	96%	32	71%	28	62%	3	7%
IRLANDA	40	98%	17	42%	26	63%	6	15%

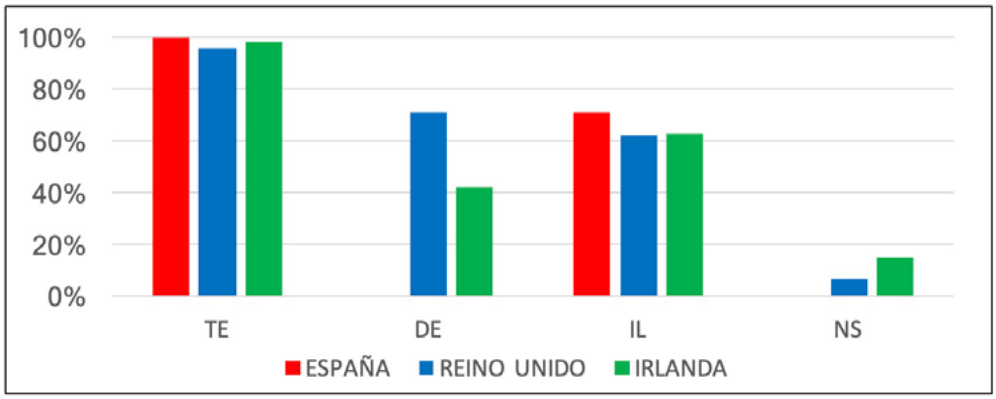
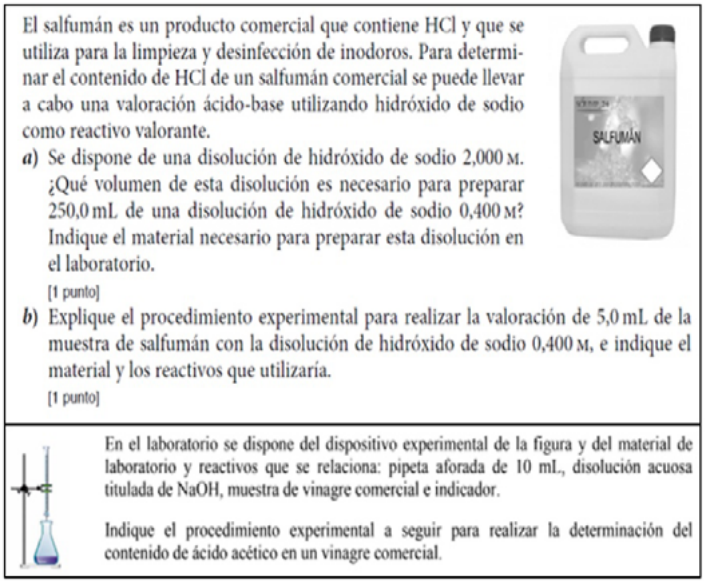


Figura 2. Frecuencias relativas de las preguntas sobre trabajo experimental incluidas en cada categoría

A modo de ejemplo, se muestran a continuación algunas de las preguntas analizadas procedentes de los tres países objeto de estudio, donde se pueden constatar los diferentes planteamientos adoptados. La figura 3 contiene dos cuestiones formuladas en dos de las CCAA, Cataluña y Asturias, cuyas PAU prestan mayor atención a este tipo de contenidos. En ambos casos están referidas a un mismo procedimiento experimental, la volumetría ácido-base, que es el más frecuentemente planteado en las PAU, solicitándose al alumnado explicar dicho procedimiento e indicar el material empleado (en el primer caso, explicando previamente cómo preparar la disolución que se utilizará). La respuesta a estas preguntas, si bien en el primer caso exige la realización de un sencillo cálculo numérico, solo requiere el conocimiento teórico de la técnica empleada y del instrumental necesario, para lo cual ni siquiera sería estrictamente necesario haber realizado dicha práctica en el laboratorio. No obstante, suponen un avance significativo –tanto por su temática, como por su presentación y contextualización– respecto a las preguntas habituales en las PAU de la mayoría de las CCAA.


El salfumán es un producto comercial que contiene HCl y que se utiliza para la limpieza y desinfección de inodoros. Para determinar el contenido de HCl de un salfumán comercial se puede llevar a cabo una valoración ácido-base utilizando hidróxido de sodio como reactivo valorante.

a) Se dispone de una disolución de hidróxido de sodio 2,000 M. ¿Qué volumen de esta disolución es necesario para preparar 250,0 mL de una disolución de hidróxido de sodio 0,400 M? Indique el material necesario para preparar esta disolución en el laboratorio.

[1 punto]

b) Explique el procedimiento experimental para realizar la valoración de 5,0 mL de la muestra de salfumán con la disolución de hidróxido de sodio 0,400 M, e indique el material y los reactivos que utilizaría.

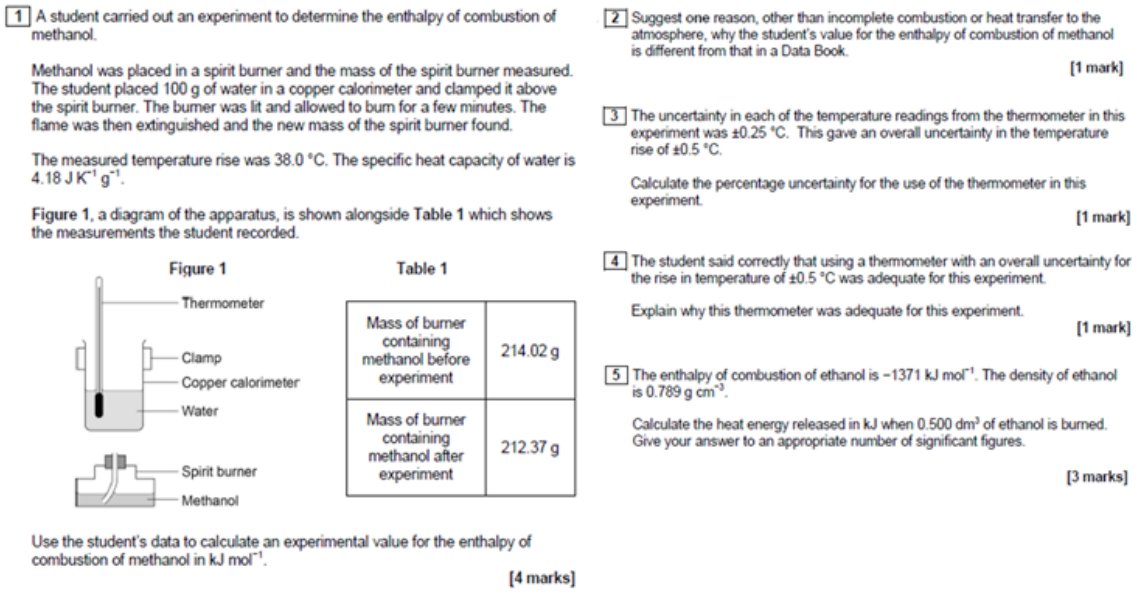
[1 punto]

En el laboratorio se dispone del dispositivo experimental de la figura y del material de laboratorio y reactivos que se relaciona: pipeta aforada de 10 mL, disolución acuosa titulada de NaOH, muestra de vinagre comercial e indicador.

Indique el procedimiento experimental a seguir para realizar la determinación del contenido de ácido acético en un vinagre comercial.

Figura 3. Ejemplos de preguntas sobre trabajo experimental planteadas en las PAU (Cataluña, julio de 2013 y Asturias, junio de 2015)

Por otro lado, las figuras 4 y 5 recogen preguntas propuestas en el A-level y el Leaving Certificate, respectivamente. Para contestarlas adecuadamente, los estudiantes deben conocer en profundidad las técnicas experimentales a las que se alude, de forma que sean capaces de diseñar y evaluar determinados experimentos. Por ello, su nivel de demanda cognitiva es más elevado que en el caso de las preguntas analizadas en las PAU y pueden contribuir mejor a fomentar una enseñanza de la química más centrada en las competencias.



1 A student carried out an experiment to determine the enthalpy of combustion of methanol.

Methanol was placed in a spirit burner and the mass of the spirit burner measured. The student placed 100 g of water in a copper calorimeter and clamped it above the spirit burner. The burner was lit and allowed to burn for a few minutes. The flame was then extinguished and the new mass of the spirit burner found.

The measured temperature rise was 38.0 °C. The specific heat capacity of water is 4.18 $J K^{-1} g^{-1}$.

Figure 1, a diagram of the apparatus, is shown alongside **Table 1** which shows the measurements the student recorded.

Figure 1

Table 1

Mass of burner containing methanol before experiment	214.02 g
Mass of burner containing methanol after experiment	212.37 g

Use the student's data to calculate an experimental value for the enthalpy of combustion of methanol in kJ mol^{-1}.

[4 marks]

2 Suggest one reason, other than incomplete combustion or heat transfer to the atmosphere, why the student's value for the enthalpy of combustion of methanol is different from that in a Data Book.

[1 mark]

3 The uncertainty in each of the temperature readings from the thermometer in this experiment was ±0.25 °C. This gave an overall uncertainty in the temperature rise of ±0.5 °C.

Calculate the percentage uncertainty for the use of the thermometer in this experiment.

[1 mark]

4 The student said correctly that using a thermometer with an overall uncertainty for the rise in temperature of ±0.5 °C was adequate for this experiment.

Explain why this thermometer was adequate for this experiment.

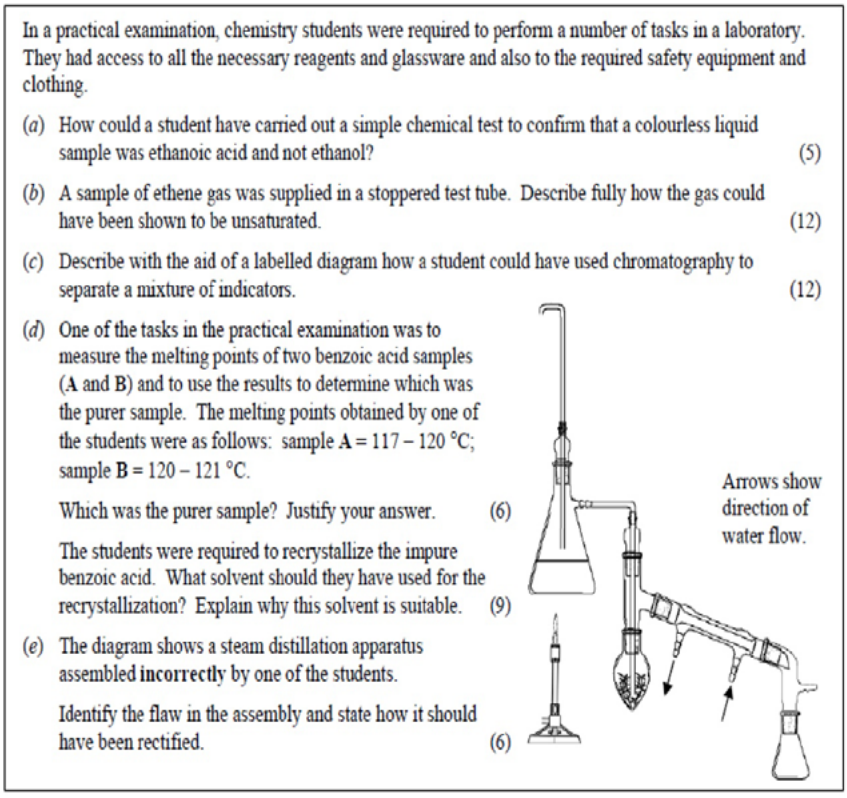
[1 mark]

5 The enthalpy of combustion of ethanol is −1371 kJ mol^{-1}. The density of ethanol is 0.789 g cm^{-3}.

Calculate the heat energy released in kJ when 0.500 dm^3 of ethanol is burned. Give your answer to an appropriate number of significant figures.

[3 marks]

Figura 4. Ejemplo de pregunta sobre trabajo experimental planteada en el A-level (junio 2016)



In a practical examination, chemistry students were required to perform a number of tasks in a laboratory. They had access to all the necessary reagents and glassware and also to the required safety equipment and clothing.

(*a*) How could a student have carried out a simple chemical test to confirm that a colourless liquid sample was ethanoic acid and not ethanol? (5)

(*b*) A sample of ethene gas was supplied in a stoppered test tube. Describe fully how the gas could have been shown to be unsaturated. (12)

(*c*) Describe with the aid of a labelled diagram how a student could have used chromatography to separate a mixture of indicators. (12)

(*d*) One of the tasks in the practical examination was to measure the melting points of two benzoic acid samples (**A** and **B**) and to use the results to determine which was the purer sample. The melting points obtained by one of the students were as follows: sample **A** = 117 – 120 °C; sample **B** = 120 – 121 °C.

Which was the purer sample? Justify your answer. (6)

The students were required to recrystallize the impure benzoic acid. What solvent should they have used for the recrystallization? Explain why this solvent is suitable. (9)

(*e*) The diagram shows a steam distillation apparatus assembled **incorrectly** by one of the students.

Identify the flaw in the assembly and state how it should have been rectified. (6)

Figura 5. Ejemplo de pregunta sobre trabajo experimental planteada en el Leaving Certificate (junio de 2013)

CONCLUSIONES

El estudio realizado constata la escasa presencia, y en muchos casos ausencia total, de contenidos relacionados con el trabajo experimental en las PAU de Química de la mayoría de las CCAA, superando solo en tres de ellas el 5% de las preguntas planteadas. Estos resultados permiten concluir que, teniendo en cuenta la influencia que ejercen estas pruebas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los contenidos de las PAU contribuyen a que el profesorado de Química en bachillerato tienda a relegar el trabajo experimental o que, en caso de realizarse, no se profundice en las tareas propias de la actividad científica.

Por el contrario, este tipo de cuestiones son muy frecuentes en las pruebas externas que realizan los estudiantes preuniversitarios de Reino Unido e Irlanda. Por otro lado, mientras que las preguntas de las PAU referidas a los citados contenidos requieren únicamente el conocimiento teórico de algunos procedimientos experimentales y del instrumental de laboratorio, tanto en el A-level como en el Leaving Certificate las cuestiones formuladas suponen una mayor demanda cognitiva, incluyendo el diseño y evaluación del experimento. Esto implica plantearse preguntas, emitir hipótesis, controlar variables, conocer y valorar normas de seguridad, tratar y analizar datos, identificar causas de error, proponer mejoras procedimentales… en definitiva fomentar el desarrollo de habilidades científicas. Por ello, proponemos una modificación de los contenidos de las PAU cuyo planteamiento siga la orientación de las otras pruebas externas analizadas, de forma que ayude a desarrollar una enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular más acorde con un enfoque competencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assessment and Qualifications Alliance (2013). *GCE. AS and A Level Specification. Chemistry.* AQA: Manchester.

Banet, E. (2010). Finalidades de la educación científica en Educación Secundaria: aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 199-214.DOI: 10.5565/rev/ec/v28n2.165

Caamaño, A. (2001). La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España, *Educación Química*, 12(1), 7-17.DOI: 10.22201/fq.18708404e.2001.1.66360

Chapman, D.W. y Snyder, C.W. (2000). Can high stakes national testing improve instruction: reexamining conventional wisdom. *International Journal of Educational Development*, 20(6), 457-474. DOI: https://doi.org/10.1016/S0738-0593(00)00020-1

Daly, A.L., Baird, J.A., Chamberlain, S., y Meadows, M. (2012). Assessment reform: students' and teachers' responses to the introduction of stretch and challenge at A-level. *Curriculum Journal*, 23(2), 139-155. DOI: https://doi.org/10.1080/09585176.2012.678683

Decret 142/2008, de 15 de juliol, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments delbatxillerat.*Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 5183, de 29 de juliol de 2008, pp. 59042-59402.

Holme, J.J., Richards, M.P., Jimerson, J.B. y Cohen, R.W. (2010). Assessing the effects of high school exit examinations. *Review of Educational Research*, 80(4), 476-526. DOI: https://doi.org/10.3102/0034654310383147

Oliva, J.M. y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(2), 241-250.DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i2.10

Oliva, J.M., Franco-Mariscal, R. y Gil-Montero, M.L.A. (2016). Las pruebas de acceso a la universidad y la inclusión de contenidos Ciencia-Tecnología-Sociedad en los currículos de Bachillerato. *Indagatio Didactica*, 8(1), 2074-2086. Recuperado de: http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/4014/3696

Oliva, J.M., Franco Mariscal R. y Gil Montero M.L.A. (2018). Influencia de las pruebas de acceso a la universi-

dad en la metodología docente del profesorado de ciencias. Ápice. Revista de Educación Científica, 2(1), 1-17. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.1.3197

National Council for Curriculum and Assessment (2002). *Chemistry. Leaving Certificate. Guidelines for teachers.* Dublin: NCCA.

Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 266, de 6 de noviembre de 2007, pp. 45381-45477.

CF.39 Comprensión del modelo de selección natural en educación secundaria: ¿qué conceptos clave presentan mayor dificultad?

Lidia Caño Pérez[1], Unai Ormazabal Santa Cruz[1]

1 Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU) Plaza Oñati nº3 20018

RESUMEN

El modelo de selección natural resulta complejo ya que requiere la integración de todos los modelos teóricos del currículo de biología y la asociación de diversos conceptos clave. En este estudio se evalúan las concepciones alternativas del alumnado de secundaria acerca de la selección natural y se identifica el nivel de importancia y dificultad relativa de las ideas clave que integran el modelo mediante un cuestionario administrado a 106 estudiantes de 4º de ESO y bachillerato. Los resultados variaron en función del curso y del tipo de pregunta. Aunque el pensamiento teleológico persistió pudo deberse a un exceso de simplificación en la elocuencia. Los conceptos clave de mayor importancia para la construcción del modelo fueron la variabilidad genética y su papel en el éxito reproductor. Aunque ambos presentaron una dificultad elevada, su comprensión puede mejorar con la instrucción.

Palabras clave: modelo de selección natural, ideas clave, dificultades del alumnado, educación secundaria, teleología.

INTRODUCCIÓN

La comprensión de la teoría de la evolución ha sido definida como uno de los requisitos para mejorar la alfabetización científica, además de constituir un tema que unifica todos los conceptos curriculares de la biología. La selección natural es el principal mecanismo de la evolución y su comprensión facilita a la ciudadanía tomar decisiones responsables y basadas en razonamientos científicos evitando el apoyo a corrientes pseudocientíficas y la manipulación informativa. Sin embargo diversos estudios han demostrado que existe una baja presencia de concepciones científicas acerca de la evolución y una alta tasa de prevalencia de concepciones alternativas en la etapa escolar en la que se aborda principalmente este modelo científico, la educación secundaria (Jiménez-Aleixandre, 1992, Settlage, 1994, Wood-Robinson, 1994, Prinou et al., 2008, Jiménez & Muñoz, 2015, Rivas et al., 2016). Al intentar explicar los cambios evolutivos los/as estudiantes tienen tendencia a proporcionar explicaciones basadas en la intención o la necesidad, es decir, manifiestan un pensamiento de tipo teleológico (Bishop & Anderson, 1990; Kampourakis & Zogza, 2008; Prinou et al., 2008).

La comprensión del modelo de selección natural es complejo porque requiere asociar diversos conceptos clave que operan a diferentes niveles de la organización biológica y que están incluidos en los modelos de célula, de ser vivo y de ecosistema (García 2007) (Fig. 1). Para que exista selección natural debe existir variabilidad genética (heredable) dentro de la población para un atributo biológico que confiera un éxito reproductor variable en función del ambiente correspondiente. Así, para comprender las causas de la variabilidad es necesario comprender conceptos y procesos clave que ocurren a nivel celular (modelo de célula, Fig. 1) tales como la ocurrencia de mutaciones o recombinación, la cual a su vez requiere la comprensión del concepto de ADN. Además, puesto que los cambios evolutivos implican la transmisión de parte de dicha variabilidad a lo largo de generaciones, es necesario tener en cuenta los mecanismos clave de reproducción sexual y herencia asociados a las funciones vitales que ocurren a nivel de organismo (modelo de ser vivo, Fig. 2). Por último, se debe comprender que la capacidad relativa de los individuos (o genes) para producir descendencia (éxito reproductor) depende de cómo interactúan los organismos entre ellos o con los componentes abióticos del ecosistema, es decir, del valor adaptativo del cambio genético en un contexto (modelo de ecosistema, Fig. 3).

El objetivo de este estudio es evaluar las concepciones alternativas del alumnado de secundaria acerca de la selección natural e identificar el nivel de importancia y dificultad relativa de las ideas clave que integran el modelo con el fin de determinar dónde debe ponerse el énfasis a la hora de diseñar secuencias didácticas.

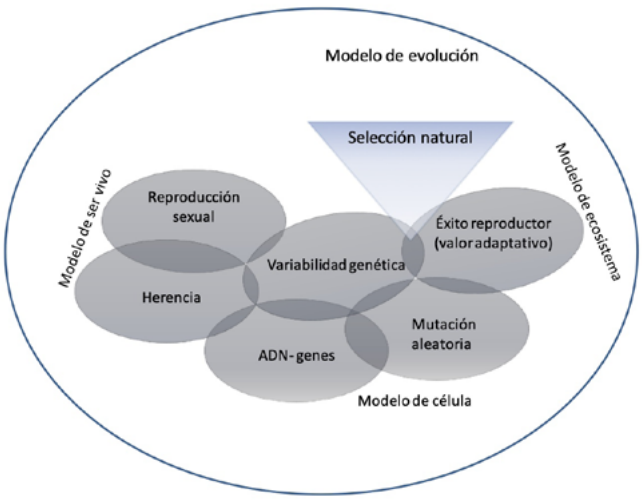


Figura 1. Modelos teóricos y conceptos o ideas claves correspondientes propuestos para la construcción del modelo de selección natural.

METODOLOGÍA

El instrumento se divide en tres partes, la primera (cuestionario 1, C1 de ahora en adelante) consiste en una pregunta abierta (Bishop and Anderson 1986) en la que el alumnado debe proporcionar una explicación "sin ningún tipo de ayuda" a un problema o contexto concreto basándose en la selección natural.

Una vez realizada esta parte, se recogen las respuestas y se administra un segundo cuestionario (C2) que consiste en dos preguntas contextualizadas de opción múltiple donde sólo una respuesta corresponde a la explicación científica y el resto de respuestas están asociadas a las concepciones alternativas más comunes según la bibliografía.

Tras recoger las respuestas a C2 se administra el tercer cuestionario (C3) constituido por preguntas cortas conceptuales (carentes de contexto) y diseñado para detectar errores conceptuales y a qué concepciones alternativas están asociadas los mismos.

Los cuestionarios fueron administrados a 106 alumnos de educación secundaria. Teniendo en cuenta que la enseñanza de la evolución comienza en 4º de la ESO, en el estudio participaron 57 estudiantes de 4ª de la ESO, 25 de 1º de Bachillerato y 23 de 2º de Bachillerato.

Las respuestas a las preguntas abiertas de C1 fueron categorizadas por dos codificadores basándose en Settlage (1994). El nivel de coincidencia entre las propuestas de ambos codificadores fue contrastado con el coeficiente kappa de Cohen. Las categorías fueron redefinidas hasta que el nivel de concordancia entre ambos codificadores fue aceptable (coeficiente kappa de Cohen > 0,91). Se realizaron tests de chi cuadrado para establecer comparaciones entre diferentes cursos respecto a la proporción de alumnos que respondió cada una de las opciones en cada pregunta de C1, C2 y C3. Para poder evaluar el nivel de coherencia de cada individuo a lo largo de los cuestionarios calculamos las proporciones de respuestas relativas a la misma concepción alternativa o idea clave y realizamos comparaciones apareadas entre cuestionarios en cada curso mediante el test de Cochran o McNemar. Se llevaron a cabo regresiones múltiples logísticas con el fin de estimar qué concepto clave contribuye en mayor medida a la capacidad de proporcionar una explicación científica al modelo de selección natural en C1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comprensión del modelo de selección natural y presencia de concepciones alternativas

La proporción de estudiantes que mostró una comprensión aceptable del modelo de selección natural varió en función del curso y del tipo de pregunta formulada (tabla 1). Aunque globalmente el 70% de estudiantes eligió la concepción científica en la pregunta de opción múltiple (C2), solo un 46% proporcionó una explicación científicamente aceptable en la pregunta abierta (C1). Sin embargo, una mayor proporción de estudiantes de 2º de bachillerato proporcionó una explicación científica en C1 que en el caso de 1º de bachillerato (χ^2=5.259, p=0.022) y de 4º de ESO (p>0.05) (tabla 1).

Se ha detectado que al menos un 45% del alumnado presenta concepciones teleológicas, con variaciones entre cursos y cuestionarios (tabla 1). A pesar de que ningún/a estudiante argumentó ideas Lamarckianas en la pregunta abierta (C1) un pequeño porcentaje de estudiantes aceptó este tipo de explicaciones en las preguntas de opción múltiple (C2). Además, la proporción de estudiantes que eligió la concepción Lamarckiana en C2 al menos una vez fue mayor en el caso de del alumnado de 4º de ESO (26.3%) que en el caso de 1º (16%, χ^2= 1.039, p<0.308) y de 2º de bachillerato (4.8%) (χ^2= 4.372, p<0.037). Además, el análisis a lo largo de los cuestionarios muestra que en un mismo individuo pueden coexistir las ideas científicas con concepciones alternativas.

Contrariamente a lo esperado el alumnado de bachillerato empleó significativamente más expresiones teleológicas que el de 4º de ESO en la pregunta abierta (C1) (tabla 1). Sin embargo se observó el patrón contrario

en la respuesta a la pregunta conceptual C3.6 donde el 100% de los/as estudiantes de bachillerato reconoció la naturaleza aleatoria de la ocurrencia de las mutaciones. Este resultado sugiere, por un lado, que el uso de expresiones teleológicas en la pregunta abierta no necesariamente denota falta de conocimiento y, por otro lado, que dicho conocimiento puede mejorar con la instrucción. Por lo tanto el uso de las palabras "para" o "necesita" puede reflejar un exceso de simplificación en la elocuencia al intentar construir explicaciones más que una falta de conocimiento conceptual, tal y como ha sido señalado por diversos autores (Wood-Robinson, 1994; Moore et al., 2002; Geraedts & Boersma, 2006). Por otro lado el bajo grado de pensamiento teleológico detectado entre el alumnado de 4º de ESO es probablemente reflejo de la falta de detalle en las explicaciones proporcionadas por éste y no de un posible mayor conocimiento. De hecho el alumnado de 4º de ESO mostró un menor conocimiento conceptual en C2 y C3 que el de bachillerato.

Tabla 1. Porcentaje de estudiantes que muestran concepciones teleológicas, concepciones científicas y porcentaje de respuestas referidas al mismo concepto clave a lo largo de los cuestionarios C1, C2 y C3. Las letras diferentes (en negrita) indican diferencias significativas entre cuestionarios para cada curso de acuerdo a los test de Cochran o McNemar

	Curso	C1		
Concepción teleológica			C2	C3.6
	4º ESO	20	26.3	28.6
	1º Bachi.	**52.0** ^{a}	**12.0**^{b}	**0** ^{bc}
	2º Bachi.	**39.1** ^{a}	**23.8** ^{ab}	**0** ^{b}
Concepciones científicas				
Selección natural			C2	
	4º ESO	47.4	59.6	
	1º Bachi.	**28.0**^{a}	**76.0**^{b}	
	2º Bachi.	60.9	71.4	
Mutación			C3.4	C3.5
	4º ESO	67.9	60.7	69.6
	1º Bachi.	**54.2**^{a}	**76.0**^{ab}	**88.0**^{b}
	2º Bachi.	**39.1**^{a}	**89.5**^{b}	**80.0**^{b}
Herencia			Q3.3	Q3.2
	4º ESO	42.9	32.1	51.8
	1º Bachi.	**24**^{a}	**56.0**^{b}	**68.0**^{b}
	2º Bachi.	**21.7**^{a}	**33.3**^{a}	**71.4**^{b}
Éxito reproductor			Q3.8	
	4º ESO	**50.9**^{a}	**30.4**^{b}	
	1º Bachi.	**20**^{a}	**58.3**^{b}	
	2º Bachi.	**34.8**^{a}	**71.4**^{b}	
ADN/Gen			Q3.1	Q3.7
	4º ESO	**19.6**^{a}	**71.4**^{b}	**69.6**^{b}

	1º Bachi.	**8.0[a]**	**68.0[b]**	**79.2[b]**
	2º Bachi.	**27.3[a]**	**100[b]**	**100[b]**
Variabilidad			Q3.8	
	4º ESO	**41.1[a]**	**82.1[b]**	
	1º Bachi.	**24.0[a]**	**87.5[b]**	
	2º Bachi.	**34.8[a]**	**95.2[b]**	

Dificultad de los conceptos clave y su contribución a la comprensión del modelo de selección natural

Los resultados indican que en la pregunta abierta (C1) fue posible proporcionar una explicación científica del modelo de selección natural mediante el uso de dos conceptos clave: la existencia de variabilidad genética y el éxito reproductor diferencial en función del valor adaptativo de los rasgos biológicos heredados (tabla 2). En nuestro estudio, el hecho de incluir ideas sobre el concepto de mutación, ADN, gen, herencia o aleatoriedad en C1 no mejoró la calidad de la explicación del modelo de selección natural. Sin embargo el hecho de comprender la naturaleza aleatoria de la ocurrencia de las mutaciones en C3 sí aumentó la probabilidad de proporcionar una explicación científica en C1 (tabla 2).

Las cuestiones conceptuales (C3) relacionadas con los mecanismos de reproducción sexual y herencia mostraron el mayor nivel de dificultad (Fig. 2). Sin embargo no se encontró relación entre las respuestas a estas cuestiones y la habilidad de proporcionar una explicación científica en la pregunta abierta (tabla 2). Por ejemplo, la mitad de los/las estudiantes no reconoció que

Tabla 2.Resultados de las regresiones logísticas binarias que relacionan el efecto de (a) mencionar cada concepto clave en C1 y (b) demostrar concepciones científicas acerca de cada concepto clave en C3 con la capacidad de proporcionar una explicación científica del modelo de selección natural en C1. Los caracteres en negrita indican diferencias significativas.

(a)			(b)		
Conceptos mencionados en C1	Wald	P	Conceptos en C3	Wald	P
Curso	6.946	0.008	Curso	0.366	0.545
			Definición de ADN	0.444	0.505
Mutación	0.700	0.403	Mutación-Herencia	3.159	0.075
Herencia	1.511	0.219	Rep. sexual- herencia	0.004	0.949
Éxito reproductor	**15.649**	**<0.001**	Definición de mutación	0.752	0.386
ADN/gen	2.447	0.118	Consecuencia de la mutación	1.569	0.210
Variabilidad	**5.829**	**0.016**	**Aleatoriedad de la mutación**	**4.872**	**0.027**
Aleatoriedad	0.738	0.390	Función del ADN	0.053	0.818
			Variabilidad y éxito reproductor	0.032	0.859

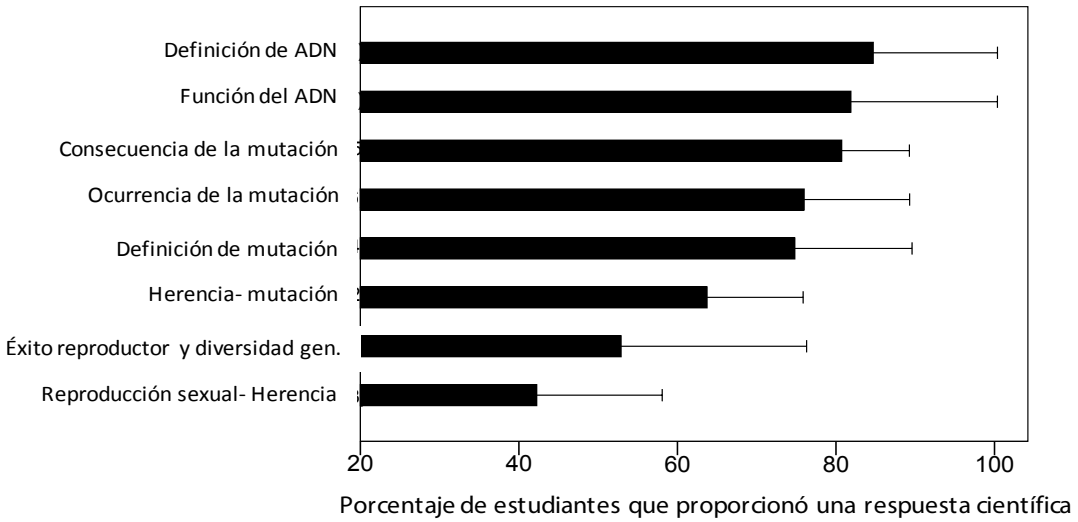


Figura 2. Porcentaje de estudiantes que proporcionó una respuesta científica para cada concepto clave del modelo de selección natural en el cuestionario conceptual C3 (valores medios y error estándar).

la herencia de la información genética ocurre únicamente a través de las células sexuales ni que las células sexuales contienen la mitad del material genético que las células somáticas. Por lo tanto, no es de extrañar que las cuestiones acerca de la existencia de variabilidad genética y sus implicaciones en el éxito reproductor se encontraran también entre las que mayor nivel de dificultad presentaron (Fig. 2). Diversos estudios han demostrado que es posible que el alumnado tenga dificultades para relacionar la variabilidad biológica a la evolución si aplican el modelo de selección a una totalidad de individuos que consideran como "similares" (Gregory, 2009; Ashley et al., 2019).

El concepto de mutación fue el más mencionado en la pregunta abierta (C1) (60% de estudiantes de manera global). Además, las preguntas conceptuales (C3) relacionadas con los conceptos de mutación y ADN mostraron un nivel de dificultad moderado ya que la mayoría de estudiantes (el 80%) proporcionó definiciones y explicaciones científicas sobre dichos conceptos. Aunque el alumnado de 4º de ESO mencionó más frecuentemente el término mutación en la pregunta abierta (C1), los/as estudiantes de 2º de bachillerato obtuvieron mejores resultados (100% de respuestas correctas) en C3, es decir, fueron capaces de asociar los cambios en el ácido nucleico a los cambios en las proteínas y éstos a los cambios en rasgos químicos y físicos. Este hecho sugiere que el uso del término mutación puede ser intuitivo y no reflejar necesariamente un profundo conocimiento de la idea conceptual.

A pesar de la importancia de integrar el concepto de aleatoriedad a la hora de demostrar una concepción científica del modelo de selección natural, éste concepto clave no pareció tener gran dificultad para el alumnado de secundaria. La mayoría de estudiantes (60%-90%) afirmó que las mutaciones ocurren por azar y sólo una pequeña fracción de estudiantes de 4º de ESO relacionó la ocurrencia de las mutaciones con la idea de necesidad (tabla 1).

Coherencia explicativa y consideraciones metodológicas

Nuestros resultados reflejan que el tipo y contenido del enunciado de la pregunta empleada puede condicionar las respuestas del alumnado y las conclusiones del/la investigador/a, como también ha sido demostrado por otros autores (Palmer, 1999; Kampourakis & Zogza, 2008, 2009; Geraedts & Boersma, 2006). Por ejemplo, el pensamiento teleológico fue más frecuente en la pregunta abierta que en la de opción múltiple y la probabilidad de proporcionar una explicación científica del modelo de selección natural tendió a ser mayor en

las preguntas cerradas que en la abierta. Puesto que las preguntas abiertas y cerradas miden rasgos cognitivos diferentes resulta necesario el uso de ambos tipos de preguntas a la hora de evaluar de manera precisa las concepciones del alumnado.

Conclusiones e implicaciones para la enseñanza

El hecho de haber recibido una mayor formación en evolución biológica mejoró la comprensión conceptual C3). Sin embargo, el curso no afectó la habilidad de emplear el conocimiento científico en preguntas contextualizadas (C1 y C2), lo que pone de manifiesto la necesidad de diseñar programas de enseñanza dirigidos al desarrollo de la competencia científica que permitan al alumnado no sólo comprender conceptos científicos, sino también aplicarlos en contextos determinados.

Nuestros resultados muestran que aunque el alumnado de bachillerato reconoce la naturaleza aleatoria de la ocurrencia de mutaciones, ello no redujo el uso de expresiones teleológicas. Se recomienda por tanto que el profesorado evite el uso de términos como "para", "con el fin de" o "tuvieron que (adaptarse)" al referirse a la ocurrencia de cambios genéticos y evolutivos.

Aunque los conceptos clave a nivel celular fueron los que presentaron mayor dificultad, fue posible elaborar una explicación científica del modelo de selección natural sin mencionar específicamente el mecanismo de origen y herencia de los rasgos biológicos a dicho nivel celular, siempre y cuando se hiciera referencia a la variabilidad genética y su relación con el éxito reproductor y se conociera la naturaleza aleatoria de la mutación. Además, el nivel de comprensión de estos tres últimos conceptos mejoró con el nivel de formación, lo que resulta relevante ya que indica que estos conceptos clave para la formulación del modelo de selección natural son susceptibles de ser enseñados y aprendidos a largo del sistema educativo.

A la luz de nuestros resultados proponemos una secuencia didáctica en la que se abordan inicialmente los procesos celulares introduciendo la naturaleza aleatoria de la ocurrencia de las mutaciones, sin necesidad de proporcionar todos los detalles a nivel genético para luego asociar esta idea con el origen de la variación en la población, es decir, establecer el vínculo con el modelo de ecosistema. De manera alternativa, el fenómeno de la selección natural se puede introducir empleado un contexto ecológico con el fin de abordar el éxito reproductor diferencial asociado al valor adaptativo de los fenotipos, así como el papel de la variabilidad genética para luego tratar el origen de dicha variación subrayando la ocurrencia de procesos aleatorios a nivel celular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alred, R. A., Doherty, J. H., Hartley, L. M, Harris, C. B. & Dauer, J. M. (2019). Exploring student ideas about biological variation. *International Journal of Science Education*, *41*,1682-1700.https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1635289

Bishop, B. A. & Anderson, C.W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*, 415-427.https://doi.org/10.1002/tea.3660270503

García, P. (2007). Els models, organitzadors del currícul en biología. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, *6*,29-33.https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.279

Geraedts, C. L. & Boersma, K. T. (2006). Reinventing Natural Selection. *International Journal of Science Education*, *28*, 843-870. DOI:https://doi.org/10.1080/09500690500404722

Gregory, T. R. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. Evolution. *Education and Outreach*, *2*, 156-175https://doi.org/10.1007/s12052-009-0128-1

Jiménez-Aleixandre, M. P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories?: a classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, *14*, 51-61.https://doi.

org/10.1080/0950069920140106

Jiménez, A. G., y Muñoz, A. M. (2015). Análisis de las hipótesis evolutivas en alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 14(1)*, 35-54.

Moore, R., Mitchell, G., Bally, R., Inglis, M., Day, J. & Jacobs, D. (2002). Undergraduates' understanding of evolution: ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education, 36*, 65-71. DOI: https://doi.org/10.1080/00219266.2002.9655803

Prinou, L., Halkia, L. & Skordoulis, C. (2008). What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? *Evolution: Education and Outreach, 1*, 312-317.https://doi.org/10.1007/s12052-008-0051-x

Rivas, L., González, M. & García, F. (2016) ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*, 248-263. https://doi.org/10498/18287

Settlage Jr., J. (1994). Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense-making process. *Journal of Research in Science Teaching, 31*, 449-457.https://doi.org/10.1002/tea.3660310503

Wood-Robinson, C. (1994). Young People's Ideas about Inheritance and Evolution. *Studies in Science Education, 24*, 29-47. DOI: https://doi.org/10.1080/03057269408560038

CF.40 La Genética en las pruebas de acceso a la Universidad. Un análisis en cuatro comunidades autónomas

María José Sánchez Pérez y Francisco González García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. pagoga@ugr.es

RESUMEN

A partir de los contenidos de Genética de 2º de Bachillerato dictados por el Real Decreto 1105/2014, se han analizado varios aspectos de las pruebas de acceso a la universidad de cuatro comunidades autónomas (Andalucía, Murcia, Castilla la Mancha y Extremadura). Se analizó la estructura de los exámenes y su evolución entre 2010 y 2018, comprobándose poca variación en tres de las cuatro comunidades, aunque hay diferencias entre las pruebas de estas comunidades. Los estándares de aprendizaje evaluables más representados en las cuestiones son los de genética mendeliana y expresión de la información genética. En los problemas de genética, se observa que dominan los problemas con enfoque causa-efecto. Se discute sobre posibles cambios en las pruebas de acceso a la universidad que serían necesarios para contribuir a una mejora en la enseñanza-aprendizaje de la biología y a la realización de unas pruebas de acceso más equitativas entre comunidades.

Palabras clave: evaluación; prueba acceso a la universidad; genética.

INTRODUCCIÓN

Las pruebas de acceso a la universidad (PAU) se implementaron en el año 1975 con un objetivo de control y segregación preuniversitaria (Franco Mariscal, Oliva Martínez y Gil Montero, 2015) Estas pruebas han sufrido

modificaciones de todo tipo (estructurales, de contenido, etc.) debido a los cambios en las leyes educativas. El cambio más notable ocurrió al entrar en vigor la LOGSE, al introducirse nuevas asignaturas en el 2º de bachillerato. En 2010, con la LOE, se produjo otro nuevo cambio en estas pruebas, al pasar las materias optativas a tener un mayor peso en la nota del estudiante para el acceso a la universidad (Ruiz de Gauna y Sarasua, 2013). En 2016, la entrada en vigor de la LOMCE solo supuso unos cambios mínimos en las pruebas de acceso a la universidad.

En los últimos años cuando se acercan las pruebas de acceso en nuestro país, viene produciéndose un debate sobre dichas pruebas, ya que existen en España 17 pruebas diferentes. Hay un debate político abierto, donde se pone en duda la igualdad de las pruebas entre comunidades autónomas. Siendo el curriculum común (RD 1105/2014) y pudiendo acceder con esa nota, a cualquier carrera en una comunidad autónoma diferente a la de origen, se debate si las pruebas son más fáciles o no según en qué comunidad se realicen. Según un estudio de la Facultad de Medicina de Valladolid, con datos oficiales del Ministerio de Educación, se deduce que existen diferencias en los contenidos y en los criterios de corrección de dichos exámenes. Estas diferencias suelen ser muy comentadas por los medios de comunicación en las fechas de celebración de las PAU (Menárguez, 2019; Perianes, 2019, Rodríguez-Pina, 2019).

En este trabajo analizamos, en cuatro comunidades autónomas (Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia), la estructura general de las PAU de biología, así como los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de genética, correspondientes al Bloque III del curriculum de 2º de Bachillerato.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En la realización del estudio se recogieron las pruebas de los exámenes de acceso a la Universidad (PAU) de las convocatorias ordinaria (junio) y extraordinaria (septiembre o julio, según comunidades) de los años 2010 a 2018, ambos inclusive de cuatro comunidades autónomas (Andalucía, Murcia, Castilla la Mancha, y Extremadura), con una muestra total de 72 exámenes. El periodo elegido ha abarcado 9 años, marcados por los cambios en las reformas educativas estatales. En el año 2009/2010 entró en vigor la LOE, dejando atrás la LOGSE, donde surgió un nuevo sistema de acceso y puntuación en los exámenes de acceso a la Universidad. Se implantó una fase general (con una puntación máxima de 10 puntos) y una fase especifica (permitía obtener hasta 4 puntos más), pudiendo alcanzar una nota máxima de 14 puntos, y todos estos exámenes realizados en solamente tres días, tenían una puntuación del 40% en la nota de acceso a la universidad, el 60% restante lo aportaba la media obtenida en bachillerato. En 2013 se produjo una reforma de la LOE que afecto al curso 2015/2016, la llamada LOMCE, que entró en vigor para la PAU del año 2016, pero produjo pocos cambios en cuanto a contenidos y estructura de los exámenes.

Los datos de cada comunidad autónoma y de cada variable a estudio se compararon mediante una hoja de Excel que permite un análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes. Se ha seguido un método descriptivo, considerando los aspectos que a continuación relacionamos y comparando entre comunidades.

Se estudió la estructura del examen a lo largo de años, analizando si ha cambiado el modelo de examen debido o no a cambios de normativas educativas. Se han analizado todas las preguntas en base a los Criterios de Evaluación (CE) y los Estándares de Aprendizaje Evaluables (EAE) que aparecen en el Real Decreto 1105/2014 del Bloque III de la asignatura de Biología de 2º de Bachillerato, el cual se denomina Genética y Evolución. Los CE y los EAE son comunes a todas las comunidades. Este Bloque III tiene 15 CE, numerados en el RD con un número 3 (3.1; 3.2, etc.). Los CE presentan uno, dos o tres EAE que se numeran como EAE 3.4.1 y 3.4.2., etc. Así los CE 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y 15 tienen un solo EAE; mientras que los CE 4, 6 y 13 tienen dos; y el CE 5 presenta tres EAE.

Los quince CE son: CE3.1. Analizar el papel del ADN como portador de la información genética. CE3.2. Distinguir las etapas de la replicación diferenciando los enzimas implicados en ella. CE3.3. Establecer la relación del

ADN con la síntesis de proteínas. CE3.4. Determinar las características y funciones de los ARN. CE3.5. Elaborar e interpretar esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción. CE3.6. Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos. CE3.7. Contrastar la relación entre mutación y cáncer. CE3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones. CE3.9. Analizar los progresos en el conocimiento del genoma humano y su influencia en los nuevos tratamientos. CE3.10. Formular los principios de la Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas y establecer la relación entre las proporciones de la descendencia y la información genética (en problemas de transmisión de caracteres autosómicos, caracteres ligados al sexo e influidos por el sexo; según el EAE). CE3.11. Diferenciar distintas evidencias del proceso evolutivo. CE3.12. Reconocer, diferenciar y distinguir los principios de la teoría darwinista y neo-darwinista. CE3.13 Relacionar genotipo y frecuencias génicas con la genética de poblaciones y su influencia en la evolución. CE3.14. Reconocer la importancia de la mutación y la recombinación. CE3.15. Analizar los factores que incrementan la biodiversidad y su influencia en el proceso de especiación.

El CE3.10 hace referencia explícita a la resolución de problemas de Genética Mendeliana. Para su análisis, los problemas se han dividido según dos criterios. El primero, el tradicional de la disciplina biológica según el tipo de herencia (autosómica y ligada al sexo); o bien según la lógica del razonamiento que se pretende fomentar para facilitar su aprendizaje (Stewart, 1988). Según este criterio, hay dos tipos de problemas: 1. Causa-Efecto (C-E) en los que para su solución se razona desde los genotipos o tipos de herencia que proporciona el enunciado del problema y se pregunta por los efectos o fenotipos de la descendencia; 2. Efecto-Causa (E-C) en el que se razona desde los fenotipos dados en el enunciado del problema y se pregunta por las causas (los genotipos) o tipo de herencia implicado.

RESULTADOS

Estructura de la prueba y disposición de las cuestiones de Genética

En la actualidad, es válido incluso para 2019, todas las comunidades autónomas analizadas, y sería generalizable a otras muchas, presentan un examen de acceso a la universidad similar, en cuanto a estructura. Hay un examen organizado en base a dos opciones "A" y "B", excluyentes entre sí, es decir, solo se pueden contestar las preguntas de una u otra opción, no se pueden mezclar. Normalmente las dos opciones son simétricas, constan del mismo número de preguntas y el contenido en ambas opciones suele ser similar.

En Andalucía, actualmente, la prueba presenta 7 preguntas para cada opción. En general, las tres primeras preguntas son definiciones o cuestiones de desarrollo breve y valen dos puntos cada una, con sub-apartados, cada uno de los cuales tiene una puntuación diferente según complejidad y extensión; la cuarta y quinta suelen ser teórico-prácticas y valen 1 punto cada una, y la sexta y séptima son cuestiones en torno a una imagen, las cuales también tienen un valor de 1 punto cada una. Las preguntas relacionadas con el Bloque III de Genética, según RD, suelen estar entre las cuatro últimas. Este modelo de examen entró en vigor en el año 2016/2017. Con anterioridad el modelo constaba solo de 6 preguntas, siendo la última de ellas sobre la imagen, pero con estructura similar a la actual. La modificación de la LOE no afectó a la estructura.

En Murcia desde el curso 2016/17, la prueba consta de 7 cuestiones para cada opción. Son preguntas de extensión media, donde normalmente la cuestión 4 es un problema de genética mendeliana y se les suele asignar una puntuación entre 1,5 y 2 puntos, y la cuestión 5 también tiene relación con el Bloque III Genética y Evolución la cual suele puntuar entre 1 y 1,5 puntos. En esta comunidad autónoma como norma general hay una o dos preguntas de cada bloque de contenido siguiendo el orden establecido en el Real Decreto 1105/2014. La estructura de estos exámenes se ha mantenido igual desde el año 2010 que entró en vigor la LOE hasta el año 2016, con 5 preguntas de desarrollo medio y análisis de imágenes.

El examen actual de Castilla-La Mancha tiene 4 bloques dentro de cada opción. El Bloque I son 6 definiciones, y vale 3 puntos (0,5 puntos cada definición); el Bloque II, 6 preguntas cortas con una puntuación de 3 (0,5 puntos cada definición); el Bloque III dos preguntas basadas en imágenes o esquemas el cual vale 3 puntos también (1,5 puntos cada pregunta) y el último, Bloque IV es un problema de genética mendeliana al cual se le asigna 1 punto. Los exámenes de esta comunidad han sido los más variables a lo largo de los años 2010 a 2018. Se han mantenido siempre las dos opciones excluyentes con preguntas sobre esquemas o imágenes pero en ocasiones había preguntas tipo test (años 2011 a 2016) o preguntas cortas (2013 a 2018).

En Extremadura, el examen actual cuenta con 5 cuestiones para cada opción, cada una de ellas tiene una puntuación de 2 puntos. En esta comunidad autónoma la estructura y puntuación del examen no ha variado con las tres leyes educativas diferentes por las cuales ha pasado. Las cuestiones relacionadas con el Bloque III del currículum de 2º de bachillerato en los últimos años suelen ser la cuestión 3,4 o 5, no tiene asignada un numero de pregunta fijo, sino que según el año puede variar su posición.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables presentes en las pruebas

En las figuras 1 a 4 representamos, de forma resumida, la aparición de los CE (y EAE asociados) en las comunidades analizadas (Andalucía, figura 1; Murcia, figura 2; Castilla-La Mancha, figura 3; Extremadura, figura 4). Los datos gráficos se presentan como porcentajes del total de preguntas relacionadas con el Bloque III de Genética presentes en las PAU de los 9 años analizados. El número total de preguntas encontradas es similar en Andalucía y Murcia (63 y 64) dada la estructura semejante en estas comunidades. En Castilla-La Mancha hay un número mayor (142) y menor en Extremadura (41) por la propia estructura de las pruebas.

Más diferenciador que el número total de cuestiones de genética es la diferente presencia de CE y EAE. En Andalucía, Murcia y Castilla-La Mancha el criterio de evaluación con mayor presencia es el CE3.10 (Formular los principios de la Genética aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas), con un 29%, 56 % y 32%, respectivamente (presentes a lo largo de todos los años). En estas tres comunidades el segundo C.E. con mayor presencia es el 3.4 (Determinar las características y funciones del ARN), en Andalucía con un 18%, en Murcia con un 11% y en Castilla-La Mancha con un 18%

En Extremadura, por el contrario el CE3.10 solo aparece en los dos últimos años, siendo solo el 7,3% de las cuestiones planteadas. En esta comunidad el CE mayoritario es el 3.5 (en concreto el EAE 3.5.1 Elaborar, Interpreta y explica esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción).

Apreciar también las diferencias en la presencia de CE y EAE. De los 20 EAE del RD 1105, en Andalucía aparecen, al menos una vez, cuestiones de 14 de ellos; en Castilla-La Mancha de 13, en Murcia en 10 y en Extremadura solo de 8. Hay criterios que no aparecen en ninguna cuestión de las cuatro comunidades (los CE11, 12, 13 y 15) y el CE3.7 está ausente en tres de ellas.

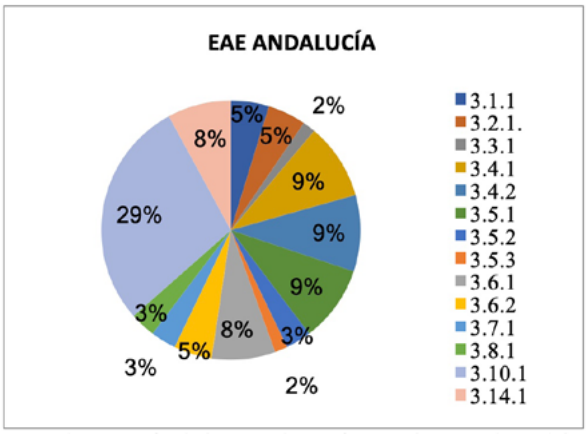


Figura 1. Porcentajes de aparición de los EAE de genética en las PAU de Andalucía. Porcentajes calculados sobre las 63 cuestiones planteadas entre 2010 y 2018

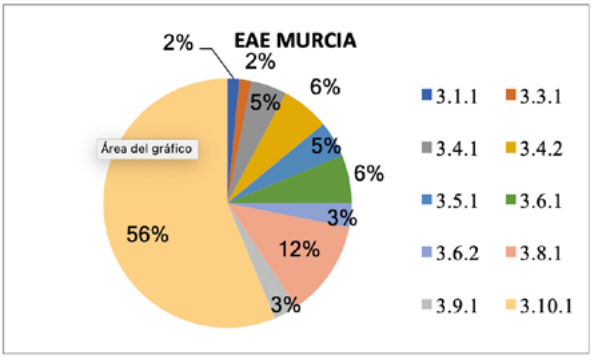


Figura 2. Porcentajes de aparición de los EAE de genética en las PAU de Murcia. Porcentajes calculados sobre las 64 cuestiones planteadas entre 2010 y 2018

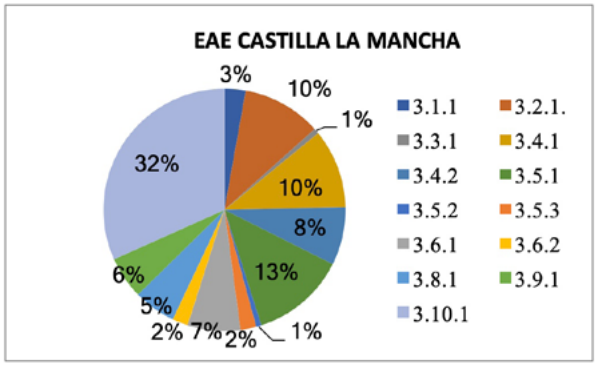


Figura 3. Porcentajes de aparición de los EAE de genética en las PAU de Castilla-La Mancha. Porcentajes sobre las 142 cuestiones planteadas entre 2010 y 2018

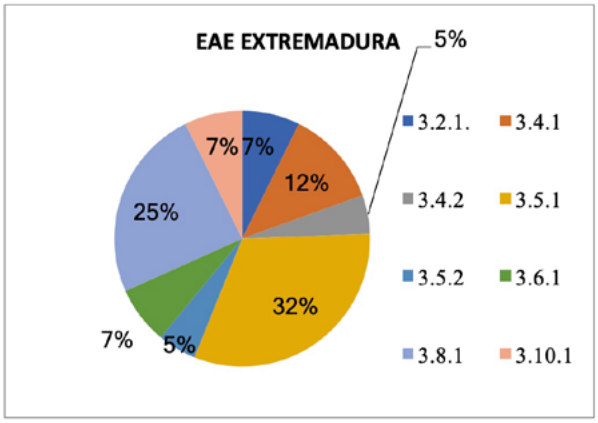


Figura 4. Porcentajes de aparición de los EAE de genética en las PAU de Extremadura. Porcentajes sobre las 41 cuestiones planteadas entre 2010 y 2018

Tipos de problemas de genética presentes en las pruebas

Los problemas de genética se recogen en el CE3.10 y en su EAE asociado. Este CE es el más común en tres de las comunidades analizadas; siendo además un contenido muy habitual en las oposiciones al cuerpo de profesores de Secundaria y Bachillerato.

En Andalucía encontramos un total de 13 problemas. 10 de ellos de herencia autosómica y solo 3 de herencia ligada al sexo. Estos últimos eran todos solucionables por el razonamiento causa-efecto. Entre los de herencia autosómica la mitad eran de tipo causa-efecto. Globalmente los problemas tipo causa-efecto suponen el 61,5 % de los presentes en la PAU.

En Murcia se plantearon 36 problemas; 29 de herencia autosómica y 7 de herencia ligada al sexo. Entre los de herencia autosómica, 23 requerían un razonamiento causa-efecto; y entre los de herencia ligada al sexo 6 eran del mismo tipo causa-efecto. En Murcia, por tanto, los problemas tipo causa efecto suponen el 81%.

En Castilla- La Mancha hallamos 30 problemas; 17 de herencia autosómica y 13 ligada al sexo. Solo 1 de los autosómicos y 2 de los ligados al sexo requerían razonamiento efecto-causa; todos los demás usaban el tradicional razonamiento causa-efecto, que en total representan el 90%.

Por último, en el caso de la comunidad de Extremadura, los problemas de genética solo se incorporaron en las PAU de 2017 y 2018. Solo encontramos tres problemas ambos de herencia autosómica y con razonamiento causa-efecto.

DISCUSIÓN

El segundo curso de bachillerato se ha convertido desde hace años en un curso meramente preparatorio para la PAU, con la importancia e influencia que ello supone para el futuro personal y profesional del alumnado. Además se presenta el agravante de que los resultados de las pruebas sirven de comparación entre los distintos tipos de centros, creando polémicas y malestar en la comunidad educativa y en la sociedad (Illera, 2014; López-Lorente y Monteagudo-Fernández, 2016). Es reconocido por muchos docentes que los exámenes que realizan en el curso son réplicas de las pruebas de selectividad realizadas en años anteriores (Franco Mariscal, Oliva Martínez y Gil Montero, 2015). En el caso que nos ocupa, hemos comprobado como hay numerosos estándares de aprendizaje que no tienen representación en las comunidades analizadas y otros tienen muy

baja presencia, por lo que nos podríamos preguntar: ¿Qué sentido tiene incluir en el currículum contenidos que no van a parecer nunca en las pruebas de acceso a la universidad, o por qué no se está cumpliendo la ley, no preguntando nunca algunos de los contenidos que aparecen en el RD/1105? ¿Qué formación damos a los bachilleratos en ciencias si se excluyen los contenidos de evolución, por ejemplo?

Resulta llamativo que en 2019 (fuera del periodo analizado), en Andalucía se incluyeron los contenidos de evolución (CE11 y 12) en las recomendaciones realizadas por la comisiones de seguimiento y preparación de las PAU. Se incluyó una pregunta en una de las opciones de las pruebas, opción que resultó elegida muy minoritariamente por el alumnado.

La presencia de los problemas de genética es constante, con la excepción de Extremadura aunque esta comunidad los ha incorporado en los dos últimos años analizados. Sin embargo la presentación de estos problemas sigue siendo en su mayoría con el enfoque o tipo causa-efecto, siguiendo la tendencia de la presentación en los libros de texto desde cuarto curso de la educación secundaria (Garrido-Navas y González-García, 2017). Este tipo de ejercicios fomenta la aplicación de un mero algoritmo sin llegar a entender los contenidos de genética que se aplican y por tanto fomenta un razonamiento mecánico pero no de aplicación de la teoría biológica que subyace (Hackling y Lawrence, 1988; Ayuso, Banet, y Abellan, 1996; González-García, 2000). La presencia de un mayor porcentaje de problemas efecto-causa sería lo más aconsejable tanto en los textos como posteriormente en su reflejo en las pruebas de evaluación, a todos los niveles inclusive la PAU.

En los últimos años, cuando se acercan las pruebas de acceso a la universidad, y posteriormente cuando se dan a conocer los resultados o sale a la luz alguna noticia que informa sobre algún error en las pruebas, se reabre el debate de la diversidad de tipo de pruebas existente. Tantos tipos como 17, una por comunidad autónoma. Hay un debate político abierto, donde se pone en duda la igualdad de las pruebas en todas las comunidades autónomas, siendo en unas más fáciles que en otras, pero pudiendo acceder con esa nota, a cualquier carrera en una comunidad autónoma diferente a la de la prueba de origen. Constatamos que en las pruebas de Biología, una materia optativa esencial para acceder a estudios de Ciencias y Ciencias de la Salud que exigen altas calificaciones de acceso, la homogeneidad en estructura de la prueba se reduce a la existencia de dos opciones excluyentes en las 4 comunidades analizadas. Más allá de este punto, aparecen diferencias evidentes. No hemos entrado en analizar los criterios de calificación de esas comunidades, pues es difícil tener acceso a esos criterios. En todo caso las diferencias son evidentes, aun siendo analizado tan solo un bloque de los cinco que componen el curriculum de 2º bachillerato.

CONCLUSIONES

Comprobamos que los EAE presentes en el Real Decreto 1105/2014, relacionados con el Bloque III de Genética y Evolución, no están representados al 100% en las PAU, quedando muchos de ellos sin aparecer en cuestión alguna, aspecto que puede afectar en las aulas, al ser eliminados de la materia de estudio. Creemos que ello repercute negativamente en una adecuada comprensión global de la biología por parte del alumnado.

En los problemas de genética mendeliana, uno de los EAE más repetidos en tres de las cuatro comunidades autónomas analizadas, los tipos de problemas mayoritariamente planteados son del tipo causa-efecto, modalidad que no contribuye a un aprendizaje significativo de los conceptos, ya que en muchas ocasiones el alumnado solo tiene que aplicar un algoritmo matemático para su resolución. Este aspecto puede modificarse igualando los tipos de problemas presentados en las pruebas.

Constatamos que la estructura de los exámenes PAU no es totalmente homogénea en las 4 comunidades analizadas. No hemos analizado los criterios de corrección, que pueden ser otro elemento diferenciador, pero la mera presencia o no de ciertos contenidos, así como el mero peso de las preguntas en la calificación final ya diferencia a las pruebas. Todo ello no contribuye a que las pruebas sean equitativas entre los territorios del Estado y abona las críticas vertidas sobre las desigualdades creadas entre comunidades. Una mayor similitud

entre pruebas PAU o una hipotética prueba única a nivel nacional disminuiría esas diferencias. El debate sobre esta prueba común es continuamente aplazado, por unas y otras razones, y creemos cuestiona la calidad de enseñanza que desarrollamos en el más elevado nivel del bachillerato científico de nuestro país o, más bien habría que decir en el de las 17 comunidades autónomas que lo conforman.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayuso, E., Banet, E., y Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? Enseñanza de las Ciencias, 14 (2), 127-142.

Franco Mariscal, R., Oliva Martínez, J., & Gil Montero, A. (2015). Análisis de contenido de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química en Andalucía. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias., 12(3), 456-474. DOI: 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.05

Garrido-Navas, M.C., & González-García, F. (2017). La Genética en los textos de estudio de la Educación Secundaria Obligatoria: ¿Se hace caso a la investigación didáctica? Actas del 10º Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias, volumen extraordinario, 2017, pp. 1255-1260.

González-García, F. (2000). Resolución de problemas de Genética. En Resolución de problemas (pp. 172-186). Madrid. Síntesis Educación.

Hackling, M.W. y Lawrence, J.A. (1988). Expert and novice solutions of genetic pedigree problems. Journal of Research in Science Teaching, 21: 531-546.

Ilera, F. A. (2014). Bachillerato y universidad : selectividad o disfunción. Tarbiya, 43(2), 147–164.

López Lorente, R., & Monteagudo Fernández, J. (2016). Las Pruebas de Acceso a la Universidad de la asignatura de Historia del Arte. Análisis de su estructura y contenido. Didáctica de Las Ciencias Experimentales Y Sociales, 0(30), 45–64. https://doi.org/10.7203/dces.30.4314

Menárguez, A. (2019). ¿Tiene sentido un único examen de Selectividad para toda España? Recuperado: https://elpais.com/sociedad/2019/06/04/actualidad/1559668847_271235.html

Perianes, A. (2019). ¿Es la Selectividad más dura en unas comunidades que en otras? De: https://www.elmundo.es/f5/campus/2017/05/17/591b561546163fc2738b4627.html

Rodríguez-Pina, G. (2019). La selectividad sí es desigual. Recuperado de: https://elpais.com/politica/2018/06/27/actualidad/1530109834_140882.html

Ruiz de Gauna, J., & Sarasua, J. (2013). Estudio comparado de los resultados de las pruebas de acceso a la universidad en Cataluña, Comunidad Valenciana y País Vasco. E-Revista De Didáctica 1, 1-24.

Stewart, J. (1988). Potential learning outcomes from solving genetics problems: a typology of problems. Science Education, 72: 237-254.

CF.41 Experiencias de agencia docente en el contexto de una comunidad auto-organizada de profesores de física: un análisis freireano.

Betzabe Torres Olave

School of Education, University of Bristol. b.torresolave@bristol.ac.uk

RESUMEN

En Chile, políticas neoliberales han transformado el trabajo docente, así como su identidad y sentido de agencia. Esto ha significado jerarquización entre asignaturas del currículo, donde la ciencia es vista como 'otro mundo' alejada del resto. En Valparaíso, un grupo de profesores de física ha comenzado a enfrentar estas políticas autoorganizándose en una comunidad fuera del contexto escolar. En esta investigación aprendo y exploro el sentido de agencia en torno al currículo y praxis pedagógica de las y los docentes que conforman esta comunidad. Luego de 4 meses participando en sus reuniones, grupos focales y entrevistas, se evidencia el valor que le otorgan al aprendizaje entre pares y al contexto local como espacio para aprender ciencias, desafiando la lógica neoliberal, transformando su praxis pedagógica y creando un sentido de esperanza colectiva donde la ciencia ya no es otro mundo.

Palabras clave: agencia docente, comunidades, colaboración, esperanza, profesores de física

INTRODUCCIÓN

Chile es un país donde las políticas educativas se han ido enfocando en la individualización del trabajo docente, haciéndolo más competitivo y a su vez, generando cambios curriculares que no consideran la voz de las y los docentes. Lo anterior, profundizado en el año 2016 con la nueva carrera profesional docente, la cual encasilla a las y los profesores en tramos que implican, por ejemplo, que a iguales condiciones laborales, diferentes salarios. Así, es en este escenario neoliberal en que la profesión docente se ha tecnificado y deshumanizado, es que las y los profesores han decidido enfrentarlo a través de organización y trabajo colectivo.

En el caso de las y los profesores de ciencias, la realidad les afecta de tal forma que es muy usual que se trabaje de manera solitaria en la escuela (Ryder, 2017), con pocas oportunidades de trabajo colaborativo entre disciplinas científicas por diversos motivos, como el tiempo que se tiene para la planificación y a su vez, la individualización del trabajo (Carson, 1997). Además, existe una visualización de la ciencia como un mundo aparte, alejado del día a día de las personas (Archer, et al., 2020; CONICYT, 2016) lo cual también podría afectar las relaciones dentro de la escuela, tanto de las y los profesores y sus estudiantes como con colegas de otras asignaturas. En el caso de las y los profesores de física, esto es más profundo con generalmente una/o por escuela, perdiendo la posibilidad del diálogo para problematizar ideas curriculares y pedagógicas de la disciplina en particular. A su vez, la escasez de profesores de física y también su retención en el sistema escolar es una problemática que se agudiza cada vez más (Avalos y Valenzuela, 2016), y que podría tener parte de su origen en las condiciones en que la profesión se desarrolla (Cornejo, 2012).

En ese escenario, es que un grupo de profesores de física han decidido enfrentar las políticas que individualizan su trabajo, haciéndolo colectivo, a través de una comunidad de profesores auto-convocada. Se hace énfasis en que es una comunidad auto convocada para capturar el sentido de agencia que hay detrás de esta organización, donde se decide por iniciativa personal, ser parte activa del desarrollo profesional propio a través del trabajo en comunidad.

Objetivo y preguntas de investigación

Esta investigación es parte de una investigación doctoral donde se exploran experiencias de profesoras y profesores en dos comunidades de profesores de ciencias. El objetivo principal es poder presentar una de estas comunidades como una experiencia que las y los profesores de física participantes consideran como parte de su desarrollo profesional continuo, y al mismo tiempo, como un espacio para desarrollar un sentido de identidad y agencia promovido por una esperanza colectiva.

Así, las preguntas guía serán:

a. ¿Qué podemos aprender acerca de la formación docente en conjunto a una comunidad auto organizada de docentes de física?

b. ¿Qué oportunidades ofrece a las y los profesores para desarrollar un sentido de agencia con su praxis pedagógica?

Marco teórico

Para poder explorar la agencia de profesores de ciencias, se ha tomado una postura crítica de esta desde una mirada Freireana del fenómeno. Así, se entiende por agencia el poder que reside en las personas para hacer cambios (Archer, 2000) orientados hacia un futuro esperado (Emirbayer & Mische, 1998) e informados por nuestras historias pasadas. Lo anterior, implica una esperanza ontológica (Freire, 1970) en el sentido de que el cambio debe comenzar con nuestras acciones hoy.

A su vez, se considera la profesión docente, y así la enseñanza de la ciencia, como un espacio dialógico en todas sus dimensiones ya que es en la interacción horizontal donde las y los profesores resignifican y hacen sentidos de sus creencias e ideas tanto de los propósitos de la educación (González-Weil et al., 2014) como de sus conocimientos (Freire,1970)

Otro aspecto importante de considerar como marco desde donde esta investigación se posiciona, es el compromiso político que conlleva la tarea de educar, lo cual no es ajeno a la enseñanza de la ciencia. Como señalan Bazzul y Tolbert (2019), en la educación científica a menudo parece haber más fidelidad a algún "campo" en lugar de la transformación social y la creación del mundo en nombre de la justicia. Es por ello que se plantea un desafío a esta mirada de enseñanza de la ciencia enraizada en la naturaleza transformativa que los espacios colaborativos tienen, y más aun si estos parten de la idea de que se necesita a otra u otro para transformar y que la enseñanza puede ser de otra forma. Lo anterior, va en línea con la idea freireana de asumirnos como seres incompletos (Freire, 1970) y dado ello, es que entonces buscamos espacios donde exponer nuestras ideas para, de manera dialógica y democrática, explicitarlas, compartirlas, y transformarlas si es necesario, a la luz de la colaboración docente y el reconocimiento del otro y otra como agentes que impactan en nuestras vidas y nuestra visión de la ciencia.

Si uno de los objetivos de la enseñanza de la ciencia es la alfabetización científica, un aspecto importante es comenzar a discutir de manera colegiada qué se entiende por ello de manera local (Santos, 2009) y cómo se trabaja en esa línea con las oportunidades que nuestros espacios ofrecen para hacer la ciencia más relevante para la vida de las y los estudiantes (Reiss, 2014) y comunidades. Este hacer la enseñanza de la ciencia más relevante podría ser posible a través de la transformación de la praxis pedagógica (Basu et al., 2009) a la cual las y los profesores agrupados en estas comunidades apuntan.

Metodología

Este estudio tiene naturaleza cualitativa con una inspiración etnográfica para la elección de métodos para el trabajo de campo que se realizó en la ciudad de Valparaíso, Chile, durante cuatro meses durante el año 2019. La metodología es un estudio de caso comparado (Barlett & Vavrus, 2017), dado que, entendiendo la comparación como una oportunidad para ampliar la mirada (Stenhouse, 1979), aprendiendo y comprendiendo un fenómeno desde diferentes perspectivas, en este caso el fenómeno de la agencia docente. A su vez, el estudio de caso comparado permite no olvidar el contexto local en el cual la investigación se desarrolla a su vez que también pone atención a las estructuras geopolíticas tanto nacionales como globales, sin olvidar la agencia de los participantes y los aspectos temporales de lo que se estudia. Esta temporalidad es especialmente importante en el contexto de esta investigación, puesto que la organización docente ha tenido una historia de complejidades desde la dictadura hasta hoy día en democracia. A su vez, las aspiraciones y sueños futuros de las y los docentes son aspectos importantes para aprender y comprender el fenómeno de agencia.

Las y los participantes son tres profesoras y tres profesores de la comunidad que está compuesta por ocho profesores de física de nivel secundario y universitario. Esta comunidad ha estado trabajando de manera conjunta durante cinco años continuos, de la cual fui parte en sus años iniciales y por lo tanto mi postura como investigadora es un hibrido *insider/outsider* ya que si bien, conozco su historia y cultura de trabajo, no he sido parte de su desarrollo en los últimos tres años. Esta posicionalidad me permite reconocer ciertos significados, pero al mismo tiempo plantea desafíos éticos que se pueden balancear a través de diferentes formas de recolección de datos, así como también el constante diálogo y chequeo con las y los participantes.

Los métodos de co-creación de datos fueron observaciones de reuniones de la comunidad, grupos focales y entrevistas semi-estructuradas. A su vez, para hacer sentido de los datos en su contexto, utilizo una aproximación de análisis narrativo critico (Souto-Manning, 2014), el cual considera las historias que las y los profesores relatan, así como los sentidos que les otorgan. El análisis narrativo crítico permite poder contextualizar los

datos y lo que esto significa para el contexto en particular, así como también cómo podría repercutir en otros territorios. La estrategia en particular para el análisis ha sido una codificación inductiva y deductiva, a través del programada Nvivo, guiada en primer momento por las preguntas de investigación y luego por el marco teórico antes mencionado. Luego de codificar las transcripciones de grupos focales y entrevistas, se agruparon estos códigos en categorías que luego dieron paso a los temas con una estrategia de análisis temático reflexivo (Braun &Clarke, 2019), es decir, intentando encontrar sentidos comunes entre las experiencias de las y los profesores, así como también particularidades que permitan informar y comprender mejor el fenómeno de agencia y las comunidades.

Resultados preliminares

Una cuestión fundamental que se repite de manera constante en las experiencias de las y los profesores de física que conforman esta comunidad es el valor que le otorgan a este espacio como una oportunidad para su desarrollo profesional. Este reconocimiento de la comunidad como espacio para desarrollarse profesionalmente contiene características particulares: es un espacio donde se crece con el otro, en un ambiente de respeto y confianza y donde se problematiza tanto la visión de la enseñanza de la física como de la educación en general.

En una entrevista una profesora señala:

"esto es desarrollo profesional con todo lo que implica, quizás no tendré un diploma al final, pero para mi ha sido más significativo que los espacios más formales a los que he asistido y creo que es porque acá hay una relación más de confianza, entonces una pregunta, o dice lo que piensa sin miedo, que es lo que yo también quiero para mis estudiantes. A veces una no sabe algo del contenido tan bien como los demás, y no me da vergüenza preguntar, porque sé que no me van a juzgar"

Así, la cultura de la confianza se vuelve una característica de estos espacios que permiten crecer con las y los demás.

Crecer con el otro y la otra tiene sentido desde una mirada freireana puesto que, como seres inacabados, aún tenemos mucho por aprender en construcción dialógica con el mundo. A su vez, es especialmente importante la mención que las y los profesores hacen de la confianza como parte fundamental de su comunidad, ya que, en oposición a lo que les ocurre en otros espacios, sienten la libertad de poder exponer sus visiones sin ser juzgadas/os, por ejemplo, de manera vertical, como puede ocurrir en espacios más formales de desarrollo profesional. En estos otros espacios, donde muchas veces la lógica es bancaria, es decir, se deposita conocimiento en las y los profesores en vez de construir con ellos, también se olvida la agencia que poseen para, por ejemplo, discernir cuáles son aquellos elementos que se deben discutir, problematizar, estudiar. Esta comunidad supera la lógica bancaria del aprender y del desarrollo profesional como un evento, es decir, el aprendizaje ocurre de manera dialógica y continua.

En segundo lugar, las y los profesores plantean este espacio como, en sus palabras,

"este grupo me oxigena"

"venir para acá me permite que la profesión sea respirable una vez más"

Cuando se les pregunta a qué se refieren con aquello, plantean que es un espacio que les hace feliz, que les permite alcanzar una forma de bienestar al saber que no están solas y solos y que les permite re-encontrarse con su gusto por la física y por la enseñanza de esta. Un profesor señala:

"estando acá me reencuentro con las razones que me llevaron a estudiar pedagogía en física, y no física por ejemplo, me reencuentro con el ser profesor de esta disciplina, o me siento más profesor"

También, plantean que les permite re-pensar lo que la física puede ofrecer al currículo en general, visto como una red que debe estar entretejida y no fragmentada como suele ser normalmente. También, señalan que les ha permitido identificar cómo es que la ciencia se ha transformado en un mundo ajeno para sus estudiantes y también para sus colegas, y que, en interacción y diálogo con esta comunidad, han podido generar ideas que rompan con esa idea de ciencia como otro mundo.

Durante un grupo focal, un profesor plantea:

"quiero que la gente sepa que esto que hacemos acá es la física, que es entretenida, que uno se equivoca, que comete errores, que necesita a otros para lograr un objetivo. Creo que si la gente supiera más sobre lo que hacemos acá entonces cambiaría un poco la mirada de la física como algo aburrido o difícil. Esto que hacemos acá tiene relación con la naturaleza de la ciencia, que es una práctica en comunidad, que se equivoca, pero que tiene fines"

Esta comunidad en particular, comenzó dado un encuentro de cohetes de agua que realizan año a año y que se ha ido profesionalizando cada vez más. Según la mirada de las y los profesores, ha permitido hacer la ciencia más cercana a sus estudiantes y también a sus comunidades educativas, promoviendo también la idea del territorio local como un recurso para el aprendizaje (Adams, Miele, & Powell, 2016) , puesto que la realizan fuera de sus escuelas. Esta actividad en particular, les da esperanza de que, primero, el trabajo colaborativo, con colegas afines a sus miradas de ciencia, permite crear en conjunto aun cuando sus realidades educativas sean diferentes y, segundo, de que la ciencia puede dejar de ser solo para algunos si se ponen los esfuerzos en cambiarla en sí misma y cómo se presenta ante las y los estudiantes.

También, las y los profesores que son parte de esta comunidad, plantean la importancia de este espacio como el repensarse a sí mismos como profesoras y profesores de ciencia e intentar enfrentar una identidad del profesor de física como hombre, nerd y con una inteligencia superior a los de otras disciplinas. Al mismo tiempo, intentan enfrentar la idea del profesor de física como científico y construir una identidad que les acomode y que pueda ofrecer mucho más perspectiva y diversidad a las comunidades donde trabajan, no tan solo a sus estudiantes, sino también a sus colegas.

Un profesor durante una entrevista señala:

"está esa idiosincrasia en las facultades de física, que tienes que ser super inteligente para estar ahí. Eso excluye a mucha gente de estudiar física y creo que acá intentamos cambiar eso con nuestros estudiantes"

Una profesora señala:

"porque soy mujer, y joven, me tengo que estar siempre validando en algunos espacios, pero acá hemos roto con esa lógica y creo que esta forma de hacer y ser en física se contagia entonces creo que si hacemos más cosas podemos impactar más a la imagen que se tiene de la física"

Finalmente, para la enseñanza de la ciencia, estos espacios podrían significar una mirada más holística del currículo y cómo la ciencia debe comenzar a dialogar más con las otras asignaturas para transformar la proyección que esta está haciendo en las comunidades y avanzar hacia identificar a la ciencia como un conocimiento que ofrece muchísimo para avanzar hacia una vida más justa. Una reflexión que hace un profesor es la siguiente:

"la física tiene mucho que ofrecer a la gran imagen del mundo, pero no estamos haciendo lo suficiente porque estamos concentrados más en productos, por diversas razones. Este espacio me permite hacer un poco más que solo concentrarme en productos. Acá nos centramos más en la naturaleza de la ciencia, su forma de proceder, y creo que logramos que los estudiantes enganchen aunque sea una vez al año, de a poco eso irá cambiando y podremos hacer cada vez más"

Así, con estas reflexiones e ideas que nacen de la organización y la discusión con el y la otra, estos espacios se vuelven espacios de esperanza compartida.

CONCLUSIONES

Ante la primera pregunta de investigación, esta comunidad podría otorgar un mensaje tanto a la formación inicial como continua. Junto a esta comunidad aprendemos la necesidad de promover espacios más democráticos y menos bancarios en la formación de docentes, lo cual es particularmente importante para la enseñanza de la ciencia para poder hacerla más relevante para la vida de las y los estudiantes y de nuestras comunidades educativas. Como las y los profesores participantes señalan, estos espacios, fundados en la confianza, permiten involucrarse y participar activamente de ellos sin la problemática del miedo a equivocarse, lo cual luego se proyecta en las relaciones que ellas y ellos forman con sus estudiantes y con sus comunidades.

En cuanto a la segunda pregunta, este espacio les ofrece a sus participantes un espacio para el bienestar, para re-encontrarse con su gusto por enseñar física, un espacio para la esperanza. Como señala Danerstein "la política de la esperanza" implica "el arte de usar el conocimiento de manera creativa y política para tejer sueños fuera de la miseria, contra viento y marea, en medio de la brutal violencia estatal, pobreza endémica, hambre desesperada y social devastación" (2015 p.26) lo cual está muy presente hoy en Latinoamérica y en particular en Chile. Ante políticas que buscan la división e individualización de su trabajo, organizarse fuera de la lógica prescrita, es un ejercicio agentico que sin dudas impacta no solo en la enseñanza de la ciencia en sí misma, sino también en las formas que tenemos de relacionarnos y entender la colaboración. Así, la comunidad implica para las y los profesores participantes sentirse con la agencia para poder cambiar una identidad del profesor de física que no les representa, y cambiarla desde su praxis. A su vez, implica entender que la ciencia tiene mucho más que ofrecer a la imagen del mundo y por lo tanto, cambiando la forma en que se enseña y atendiendo a la naturaleza misma de la disciplina, es que se puede lograr compromiso con la física tanto de parte de las y los estudiantes como de nosotras/os mismas/os como profesores.

Para finalizar, es importante mencionar que el definir las comunidades docentes como espacios de esperanza compartida viene de la idea de que, es la esperanza que a las y los profesores de este espacio les provoca moverse desde donde están, tanto espacial como metafóricamente, lo que mantiene una comunidad y un ímpetu por transformar la disciplina en el tiempo. Esta esperanza que nace del pensar una enseñanza diferente funciona como fundamento para reunirse, para colaborar, para desarrollar una identidad en lo colectivo e intentar cambiar la imperante, un sueño futuro que empieza con acciones hoy (Freire, 1993).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, J. D., Miele, E., & Powell, W. (2016). City as lab approach for urban STEM teacher learning and teaching. In L. Avraamidou & W. M. Roth (Eds.), *Intersections of formal and informal science.* New York: Routledge.

Archer, L., Moote, J., MacLeod, E., Francis, B., & DeWitt, J. (2020). *ASPIRES 2: Young people's science and career aspirations, age 10-19*. London: UCL Institute of Education.

Archer, M. (2000). *Being human: The problem of agency.* Cambridge: Cambridge University Press.

Avalos, B. & Valenzuela, J. (2016). Education for all and attrition/retention of new teachers: A trajectory study in Chile. International. Journal of *Educational Development*, *49*, 279–290.

Barlett, L., & Vavrus, F. (2017). *Rethinking case study research. A comparative approach.* New York: Routledge.

Basu, S. J., Calabrese Barton, A., Clairmont, N., & Locke, D. (2009). Developing a framework for critical science agency through case study in a conceptual physics context. *Cultural Studies of Science Education*, *4*, 345–371.

Bazzul, J., Tolbert, S. Love, politics and science education on a damaged planet. *Cultural Studies of Science Education*, *14*, 303–308 (2019).

Carson, R. (1997). Why science education alone is not enough. *Interchange, 28* (2&3), 109-120.

Cornejo, R. (2012). Nuevos sentidos del trabajo docente: un análisis psicosocial del bienestar/malestar, las condiciones de trabajo y las subjetividades de los/as docentes en el Chile Neoliberal. Tesis para optar al grado de Doctor en Psicología por la Universidad de Chile.

Dinerstein, A. C. (2015). *The politics of autonomy in Latin America. The art of organising hope.* New York- Aldershot: Palgrave MacMillan.

Emirbayer, M., & Mische, A. (1998). What is agency? *American Journal of Sociology, 103*(4), 962- 1023.

Freire, P. (1970). *Pedagogía del Oprimido.* México: Siglo veintiuno editores.

Freire, P. (1993). *Pedagogía de la esperanza: Un reencuentro con la pedagogía del oprimido.* México: Siglo veintiuno editores.

González-Weil, C., Gómez Waring, M., Ahumada Albayay, G., Bravo González, P., Salinas Tapia, E., Avilés Cisternas, D., Pérez, J. & Santana Valenzuela, J. (2014). Principios de Desarrollo Profesional Docente construidos por y para Profesores de Ciencia: una propuesta sustentable que emerge desde la indagación de las propias prácticas. *Estudios pedagógicos*, *40*(Especial), 105-126.

Reiss, M. (2014). What place does science have in an aims-based curriculum? Perspectives on the science curriculum. *The School science review 95*(352), 9-14.

Ryder J. 2017. Navigating Tensions: Education Policy and the Science Teacher. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 17*(1), 1-12.

Santos, W. L. (2009). Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, *93*(2), 361-382.

Souto-Manning, M. (2014). Critical narrative analysis: the interplay of critical discourse and narrative analyses. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, *27*(2), 159-180.

Stenhouse, L. (1979). Case Study in Comparative Education: particularity and generalisation. *Comparative Education*, 15, 5-10.

CF.42 Educar reusando

José-Reyes Ruiz Gallardo[1,2,3], Esther Paños[1,2,3], Beatriz García Fernández[1,3,4] y Antonio Mateos[1,3,5]

[1]Departamento de Pedagogía. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales; [2]Facultad de Educación de Albacete; [3]Grupo de investigación en Botánica, Etnobiología y Educación, Instituto Botánico. Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, Albacete; [4]Facultad de Educación de Ciudad Real; [5]Facultad de Educación de Toledo. Universidad de Castilla-La Mancha

RESUMEN

Nos encontramos en una sociedad altamente consumista que conlleva la generación de una elevada cantidad de residuos. La educación escolar desde las etapas iniciales puede, no solo hacer una buena tarea de concienciación, sino también ser una fuente de inspiración para llevar una vida más sostenible. Este trabajo muestra dos actividades realizadas con futuros maestros, que sirven como ejemplo para llevar a sus aulas y educar en sostenibilidad, al tiempo que se aprenden ciencias. La primera, creación de móviles colgantes, didácticos y, la segunda, juguetes. Ambas elaboradas con material de desecho. Así, se han creado 52 móviles, de temáticas muy variadas y 59 juguetes que, además, han sido expuestos en la Dirección Provincial de Educación, para ejemplo de docentes en ejercicio.

Palabras clave: sostenibilidad, reutilización, Agenda 21 Escolar, formación de profesorado.

INTRODUCCIÓN

El planeta está amenazado por un número cada vez mayor de problemas ambientales: contaminación, sobre-explotación de recursos, reducción de biodiversidad, pérdida de suelo, etc. Sus consecuencias son ya patentes y las vemos en la continua desaparición de especies (en 2007 la ONU ya manejaba una pérdida de 150 especies al día), el agotamiento de ciertos recursos (según el Servicio Geológico de las EEUU, minerales como el cobre ya han comenzado su declive de producción y en breve ocurrirá igual con el petróleo, aluminio, carbón y hierro), o el actualmente mediático cambio climático. La realidad es que todos se encuentran interconectados y mutuamente se realimentan. Tras su origen está el cada vez más acelerado modo de vida humano.

Concretando en una de estas amenazas, los residuos, no cabe duda de que su ritmo de producción a nivel global es un problema de particular importancia por lo que se ha convertido en uno de los retos del siglo XXI (Feo et al., 2019). Según un informe del banco mundial (World Bank, 2018) la producción de basura a nivel mundial asciende a 2010 millones de toneladas. Considerando que en la misma fecha la Organización de Naciones Unidas (2019) estimaba la población mundial en 7300 millones de individuos, podría decirse que se genera un promedio de 287 Kg por persona y año. Pero es injusto incluir a toda la población cuando la realidad es que unos producimos mucho y otros muy poco.

En efecto, nuevamente siguiendo los informes del banco mundial (World Bank, 2018), los países desarrollados producen el 34% de los residuos cuando solo representan el 16% de la población. Con estos nuevos datos, se estima que cada individuo en países como el nuestro produce en promedio 611 Kg por año y persona (1.7 Kg diarios). Además, en caso de seguir a este ritmo de crecimiento poblacional y de desarrollo urbano, se estima que en 2050 la cantidad global de producción de residuos crezca un 62%.

Este aumento disparatado de la cantidad de basura se debe, no solo al aumento de la población; también a que la mejora del nivel de vida parece implicar el incremento de la producción de residuos. Por ejemplo, un estudio realizado en el África subsahariana (Keho, 2016) encuentra un claro incremento del consumo de energía, de las importaciones y de la urbanización de la población con el aumento del poder adquisitivo, lo que es muestra de la estrecha vinculación del consumo con desarrollo económico, y, por ende, de los residuos que se producen. De hecho, los estudios asocian un ligero descenso del consumo tras la crisis financiera de 2008 (Karstensen, Peters & Andrew, 2018) y, por tanto, de los residuos producidos en esos años.

Como puede imaginarse, este nivel de producción es insostenible y deben tomarse medidas. La más popular es la regla de las tres "R": reducir, reciclar, reutilizar, ya largo tiempo en funcionamiento. A nadie se le escapan los contenedores para separar los diferentes tipos de residuos y su nivel de uso es muy elevado. Según Ecoembes (2019), la organización encargada de la recuperación de envases en España, el 99% de la población ya tiene acceso a los contenedores de reciclaje y año a año se incrementa el volumen recuperado, aunque probablemente no solo se deba a un aumento de la concienciación ciudadana, sino también a que se consume más. Sin embargo, la reducción de origen, implicando una disminución del consumo parece, por lo que hemos visto, que no acaba de calar en la sociedad. Algo más de éxito parece haber tenido la reutilización de materiales, resurgiendo, sobre todo, el comercio de segunda mano. No obstante, queda mucho por avanzar.

Entre las medidas indirectas, la educación para la sostenibilidad se considera como instrumento esencial para generar un cambio en el actual modelo económico, social y ambiental de la humanidad (Walshe, 2013). Por ello, la UNESCO habla de una necesidad de ejecutar cambios en los currículos educativos, de manera que se incluya entre los fines de la enseñanza oficial en los diferentes países esta necesidad y la concienciación sobre el desarrollo sostenible (Hopkins, 2015).

En este marco surge el proyecto Agenda 21 Escolar (A21E) que pretende lograr centros educativos más sostenibles a través de una metodología centrada en el alumno, incluyendo estrategias para promover cambios en el comportamiento y los hábitos hacia el entorno, mejorar las habilidades de observación, curiosidad y

propuesta de soluciones y desarrollar una actitud crítica y responsable con los problemas de su realidad (Kollmuss y Agyeman, 2002 en Biasutti, 2014). A21E es un Plan de Acción Global para el Desarrollo Sostenible con el que se pretende alcanzar el desarrollo sostenible mediante acciones concretas a corto, medio y largo plazo, proporcionando los recursos necesarios y las responsabilidades apropiadas.

Con esta filosofía, en la provincia de [omitido para revisión ciega] se realizó un convenio de colaboración entre la Diputación Provincial, la Dirección provincial de Educación, Cultura y Deportes, la de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural y la Universidad de [omitido para revisión ciega] para trabajar con centros educativos de toda provincia, integrándola en las programaciones de las aulas y formando parte de la cultura de cada colegio. Dentro de los colegios, participan todos los agentes implicados: familias, docentes, alumnos y comunidad, a través de los ayuntamientos.

Como parte integrante del mencionado convenio, la Facultad de Educación de [omitido para revisión ciega], además de colaborar en el desarrollo de actividades, conectarlas con los currículos oficiales, etc., también ha realizado actividades de concienciación de alumnos. Estas se han desarrollado en la asignatura "Didáctica del Medio Natural", con el objetivo de enseñar didáctica de las ciencias, generando material didáctico y recursos sostenibles, al tiempo que sirvan de ejemplo para la futura práctica docente de los estudiantes. Pero, además, con la intención de concienciar a los futuros maestros de la necesidad de avanzar en sostenibilidad cada uno desde su posición, privilegiada en este caso, ya que, como afirma John Hattie (2012), si hay una profesión capaz de cambiar las sociedades, esa es la del maestro. Así pues, concienciar a las futuras sociedades parece pasar por una buena formación de sus docentes.

METODOLOGÍA

Participantes

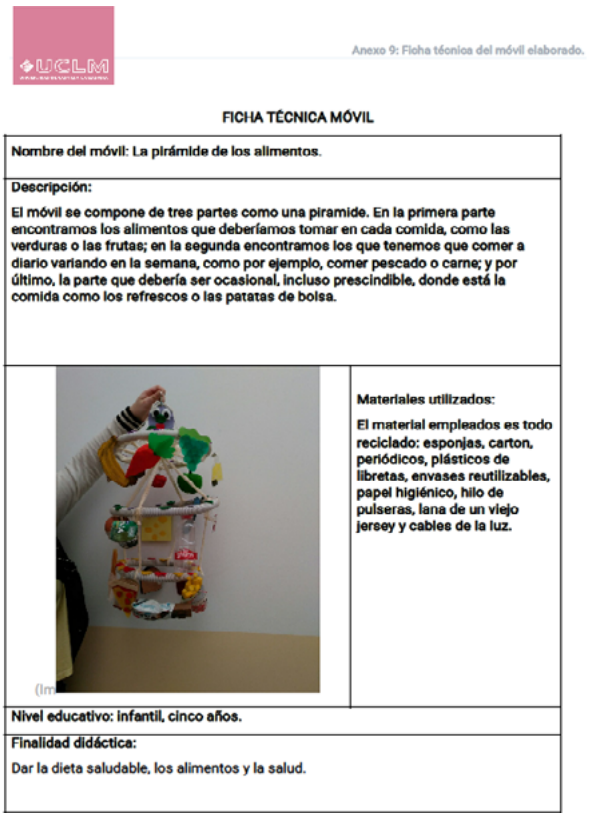
Del total de 151 alumnos matriculados en dos promociones del Grado de Maestro en Educación Infantil, han participado 111. Predominaba el sexo femenino (93%) y la edad media fue de 21 años (DT=1.2).

Desarrollo de la actividad

A los alumnos se les plantearon dos actividades, de carácter voluntario:

1. Elaboración de un móvil colgante didáctico (curso 2016-2017)
2. Construcción de un juguete (curso 2017-2018)

Las premisas para ambas actividades fueron que todo el material utilizado para la realización de la actividad debía ser reutilizado y, preferentemente, destinado a ser basura. Solo se permitía la utilización de elementos de nuevo uso para casos como el pegamento o la pintura. En la primera actividad (móviles), debía tener un interés didáctico, concretamente, que pudiera utilizarse para la enseñanza de ciencias. En la segunda actividad (juguete), que pudieran elaborarlo sus futuros alumnos. Además, los estudiantes tenían que preparar una ficha explicando sus características principales (véase Figura 1).



Anexo 9: Ficha técnica del móvil elaborado.

FICHA TÉCNICA MÓVIL

Nombre del móvil: La pirámide de los alimentos.
Descripción: El móvil se compone de tres partes como una piramide. En la primera parte encontramos los alimentos que deberíamos tomar en cada comida, como las verduras o las frutas; en la segunda encontramos los que tenemos que comer a diario variando en la semana, como por ejemplo, comer pescado o carne; y por último, la parte que debería ser ocasional, incluso prescindible, donde está la comida como los refrescos o las patatas de bolsa.
Materiales utilizados: El material empleados es todo reciclado: esponjas, carton, periódicos, plásticos de libretas, envases reutilizables, papel higiénico, hilo de pulseras, lana de un viejo jersey y cables de la luz.
Nivel educativo: infantil, cinco años.
Finalidad didáctica: Dar la dieta saludable, los alimentos y la salud.

Figura 1. Ejemplo de ficha para un móvil colgante sobre la pirámide de la alimentación y la alimentación saludable

Los objetivos de ambas actividades eran dar una segunda vida a los residuos, al tiempo que se ahorra (desde el punto de vista ecológico y económico) evitando la adquisición de nuevos materiales didácticos, que implican extracción y transporte de materias primas, su procesado, gasto energético, etc. Además, si se enseña a los niños a construir algunos de sus juguetes se evita la adquisición de otros nuevos. Como valor añadido, se estimula su creatividad, su psicomotricidad, etc. En síntesis, se trata de reducir los residuos y el consumo utilizando material destinado a desecho construyendo algo con utilidad o que puede servir como alternativa a algo nuevo comprado.

Ambas actividades se han realizado en colaboración con el área de Didáctica de la Expresión Plástica y fueron evaluadas por los profesores de ambas materias (plástica y didáctica de las ciencias).

Recogida y análisis de datos

Para evaluar la experiencia, se han recogido datos sobre:

- Tipo de materiales utilizados: a) procedencia; b) si el material tenía como destino ser un residuo, era reciclado o nuevo.
- Interés didáctico: en el caso de los móviles, si tenían utilidad para explicar alguna cuestión relacionada con las ciencias o el medio ambiente.
- Sencillez: en el caso de los juguetes, que pudieran fabricarlo los niños.
- Exhibiciones: atención que produce en los lugares en que se expone, a través de los comentarios de los visitantes.

Su análisis ha sido mediante un conteo general y extracción de proporciones en algunos casos.

Resultados y discusión

Los alumnos han realizado un total de 52 móviles colgantes didácticos y 59 juguetes con materiales, *a priori*, "inútiles": plástico de sobres acolchados, discos compactos, botellas de plástico (véase todo ello en figura 2a), cajas de cartón (Figura 2b), canutos del papel de baño y cocina (Figura 3b), vasos y copas de usar y tirar (Figura 3a), envases de huevos sorpresa, latas (Figura 7), cuerda de paquetes, papel de periódico, etc. También es cierto que se ha encontrado un número de ellos que aportan material nuevo, sobre todo, goma eva, cuerdas, papel de seda o el césped artificial de la figura 2b. Algunos alumnos aportan papel reciclado o vidrio reciclado. Además, en sus fichas, mayoritariamente utilizan "material reciclado", en lugar de "material reutilizado", lo que induce a pensar que confundiendo los conceptos de recuperación y reciclaje. Por ello, se debe hacer mayor énfasis en la diferencia entre ambos conceptos, algo que se considerará en sucesivas ediciones.

La temática de los móviles colgantes fue muy variada, aunque destacaron diferentes modalidades de animales (21 entregas con esta temática): animales silvestres (Figura 3a), de granja, domésticos, clasificaciones, etc.; 6 móviles eran sobre las abejas, 4 sobre las estaciones del año, otros 4 sobre los planetas del sistema solar, 3 sobre el ciclo del agua y 2 sobre la metamorfosis. La temática del resto (12) fue variada: cadena trófica marina (Figura 2a), el tiempo cronológico (Figura 3b), el reciclaje (Figura 4a), el arco iris, la germinación de la semilla, etc.

Figura 2. a) imagen de un móvil colgante sobre una cadena trófica en la que se aprecian materiales como plástico de burbujas de sobres acolchados, discos compactos y botellas de plástico; b) casa de muñecas realizada, en la mayor parte de sus componentes, con cajas de cartón

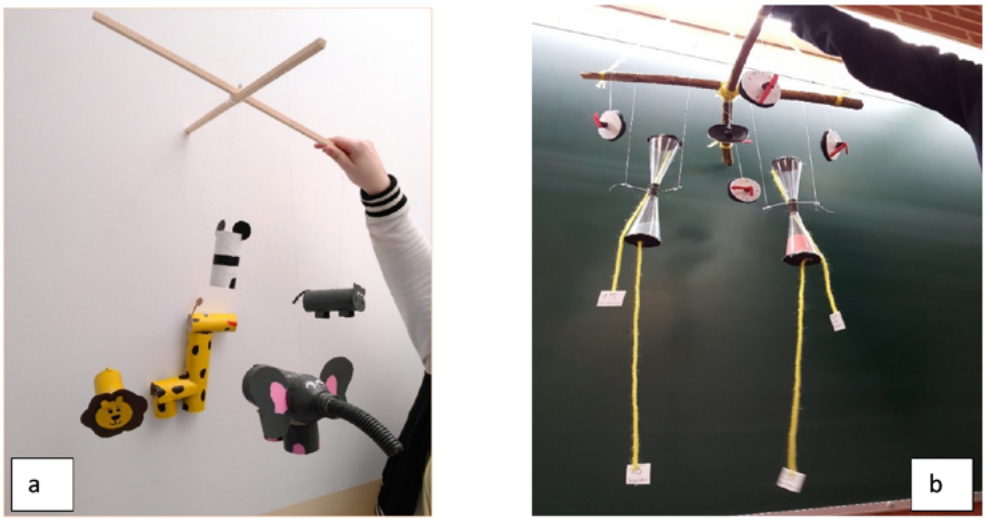


Figura 3. a) móvil colgante sobre animales silvestres elaborado, básicamente con canutos de papel de cocina y baño; b) móvil sobre el tiempo cronológico realizado con el cono y la base de copas de plástico reusadas y lana de un suéter viejo

Aunque la mayoría de los móviles presentados son muy estéticos y elaborados con gran originalidad, destaca el denominado "Lectura y sueños" (Figura 4b) que, aunque no está directamente relacionado con la didáctica de las ciencias, la alumna ha realizado una representación mediante un tebeo (cómic) y pajaritas de papel saliendo de él.

Figura 4. Móviles colgantes sobre a) el reciclaje y b) lectura y sueños, elaborado con unos tebeos viejos

En relación a los juguetes, se presentaron 59, con una variedad muy elevada: casas de muñecas, barcos (Figura 5a), cohetes, muñecas, robots, cocinas (Figura 5b), elementos de ferias (tiovivos, norias, etc.), coches, cunas, etc.

Figura 5. a) Barco elaborado con una botella de lejía; b) cocina y sus utensilios construidos con cajas de cartón

En cuanto a las exhibiciones, el resultado de ambas actividades fue expuesto en la entrada de la Facultad de Educación de Albacete (Figura 6a) y la de móviles colgantes, además, en el acceso a la Dirección Provincial de Educación, Cultura y Deportes de esta ciudad (Figura 6b) durante 2 meses, por petición de su Director quien insistió en que fuera en los meses de máxima afluencia de docentes (época de concursos de traslados) para que lo tomaran como ejemplo. Se incluyeron algunos paneles explicativos.

Figura 6. a) Exposición de juguetes en la entrada de la Facultad de Educación de Albacete; b) vista parcial de los móviles didácticos expuestos en la entrada-sala de espera, de la Dirección Provincial de Educación de Albacete

Finalmente, todos los años se celebra la reunión provincial de Agenda 21 Escolar, en donde todos los centros participantes llevan una muestra de las actividades realizadas durante todo el año. Los alumnos de esta facultad también participaron (Figura 7) y recibieron un premio del público.

Figura 7. Alumnas de tercer curso de Educación Infantil en la exposición provincial de Agenda 21 Escolar, mostrando algunos de los juguetes (robot hecho con latas y habitación de muñecas, con cajas de cartón) y material para que los participantes en la reunión puedan elaborar algunos

CONCLUSIONES

Varios años de experiencias realizando actividades de creación, con materiales destinados a desecho, muestran que hay una enorme variedad de posibilidades, tanto didácticas, como simplemente lúdicas, para proporcionar una segunda oportunidad a estos materiales, en principio, inútiles. Además, mostrarlo hace que se adquieran nuevas ideas que pueden desarrollarse en el futuro. Queda una segunda parte, averiguar si estos alumnos, cuando sean profesionales, aprovechan estas experiencias en sus aulas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del "Convenio de colaboración entre la Excma. Diputación Provincial de Albacete y la Universidad de Castilla-La Mancha para el fomento de la Agenda 21 Escolar y su difusión".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ecoembes (2019). Datos de reciclaje en España. https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/datos-de-reciclaje-en-espana

Feo, G., Ferrara, C., Iannone, V., & Parente, P. (2019) Improving the efficacy of municipal solid waste collection with a communicative approach based on easily understandable indicators. *Science of the Total Environment*, 651, 2380-2390

Karstensen, J., Peters, G. P., & Andrew, R. M. (2018). Trends of the EU's territorial and consumption-based emissions from 1990 to 2016. *Climatic change*, *151*(2), 131-142.

Keho, Y. (2016). What drives energy consumption in developing countries? The experience of selected African countries. *Energy Policy*, *91*, 233-246.

Organización de Naciones Unidas (2019). Población. https://www.un.org/es/sections/issues-depth/popula-

tion/index.html

World Bank (2013). Global Waste on Pace to Triple by 2100. October 30. http://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/10/30/global-waste-on-pace-to-triple

World Bank (2018). Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report

CF.43 La Nueva Cultura del Agua en el currículum oficial de la enseñanza obligatoria y del bachillerato

Alejandra Ramírez-Segado, María Rodríguez-Serrano, Alicia Benarroch Benarroch

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte, Universidad de Granada. alermzsgd@ugr.es

RESUMEN

El concepto de Nueva Cultura del Agua (NCA), que nace a finales del siglo pasado, introduce una visión holística (ética, económica, política, cultural, social y emocional) en torno al agua, orientada hacia una gestión sostenible y una consideración patrimonial. Esta investigación tiene como objetivo analizar si la NCA está presente en el currículum oficial de la educación obligatoria y el bachillerato. Para ello, se ha realizado un análisis clasificatorio de las características más relevantes de la NCA. Los resultados indican que el tratamiento que se hace en el currículum sobre el agua continúa enmarcado en un enfoque social/antropocéntrico que gira alrededor de su escasez y de su uso como recurso económico.

Palabras clave: currículum, educación obligatoria, bachillerato, Nueva Cultura del Agua.

INTRODUCCIÓN

Gestión y nueva cultura del agua

La gestión del agua en España ha experimentado una fuerte transformación durante los últimos 20 años lográndose importantes avances, tales como una mayor reutilización del agua y una mejora del saneamiento de las aguas residuales (Price Waterhouse Coopers, 2018). Este proceso de reforma procede de un período mucho más amplio de casi cien años de cambios de políticas en relación con el agua y los recursos hídricos, en el que la gestión de estos en España se ha caracterizado tradicionalmente por aumentar el agua disponible para riego y generación de energía eléctrica, considerados el motor de la política de desarrollo económico español, y por la construcción de las infraestructuras hidráulicas necesarias para ello.

La cultura del agua basada en una oferta progresivamente mayor de agua a costa de un alto coste ambiental (Cuello, 2019) es lo que se ha dado en llamar Vieja Cultura del Agua. Y no se puede negar que permitió el crecimiento económico así como una mejora de la calidad de vida.

Los factores que pudieron confluir en los cambios iniciados a principios del siglo XXI en la gestión del agua, son varios, desde una nueva normativa europea en 2010 con la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), hasta un nuevo plan hidrológico nacional en el 2005, anulando el del 2001, y su tan mediático trasvase del Ebro y, quizás como consecuencia de todo ello, una creciente concienciación social del valor del agua y un mayor reconocimiento ciudadano de los retos medioambientales a los que se enfrenta España.

En este contexto, se acuña la expresión de la Nueva Cultura del Agua (NCA), cuyo origen se remonta a la última década del siglo pasado, y, junto a ella, la Fundación de la NCA, que data de 1998, y que recoge las premisas y los principios rectores de este nuevo paradigma de la gestión del agua en España. Según Gómez (2012) con la NCA se introduce el tema ético y se abre la necesidad de un cambio en el modelo de gestión, asentado clásicamente en el aumento incesante de la oferta del agua, hacia una gestión de la demanda basada en la mejora de la eficiencia en el uso y consumo del agua.

Sólo el 2,5% del total del agua existente en el planeta es dulce, y ni siquiera el 1% del agua es potable. No obstante, esta cantidad de agua disponible en el planeta es suficiente para cubrir las necesidades de la población actual si se gestionase de forma adecuada, pues el planteamiento tradicional de la gestión del agua falla en varios aspectos. Concretamente a nivel nacional según el informe Price Waterhouse Coopers (2018), España no cumple en su totalidad con la legislación europea en materia de depuración y debe hacer frente a la creciente escasez de agua, agravada por el alto riesgo de desertización. Asimismo, se enfrenta a importantes desafíos de sostenibilidad económica, como la falta de inversión del sector privado, lo que dificulta mejorar la calidad del agua. Pero también a retos regulatorios, pues los usuarios pagan precios de agua muy distintos por servicios similares y las tarifas del agua no permiten cubrir la totalidad de los costes del sistema.

Quizás la clave esté, como señala Arrojo (2010) en diferenciar las funciones vinculadas a las cuatro categorías siguientes:

- Agua-vida. Asociada a la supervivencia de la humanidad (30 litros por persona y día) y de todos los seres vivos, así como a la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. Es un derecho humano disponer de esas cuotas básicas de agua.
- Agua-ciudadanía. Es el agua implicada en la distribución y saneamiento de las poblaciones urbanas. Está en el ámbito de los derechos ciudadanos, asociados asimismo a los deberes ciudadanos de responsabilidad y eficiencia en el uso de estos servicios.
- Agua-economía. Es el agua con funciones productivas (agrícolas, industriales y de servicios). Está asociada a los problemas de escasez y de contaminación. Debe regirse por criterios de responsabilidad y

racionalidad económica, además de los principios de equidad y sostenibilidad.

- Agua-delito. Agua asociada a actividades que por sus impactos ecológicos, deben ser ilegalizadas, perseguidas y evitadas.

En definitiva, y como señala Aguilera (2008) se ha de distinguir entre la vieja y la nueva cultura del agua, fundamentalmente porque en la primera, se pone el acento en el problema de la escasez y se pretende satisfacer, al precio que sea, el crecimiento de la demanda, por lo que se justifica la construcción de nuevas infraestructuras. En cambio, en la NCA, se pone el acento en el control de la demanda del agua, procurando limitar el consumo desde todos los sectores comerciales, industriales y ambientales que implican el uso y consumo del agua y favorecer la difusión del cuidado del agua y de su distribución natural como bienes patrimoniales que han de ser mantenidos y cuidados. Por todo ello, se propone una gestión sostenible del agua, incentivar la eficiencia en redes urbanas y riegos, depurando de forma responsable las aguas residuales y promover modelos responsables de gestión en los que los usuarios deben pagar por usarla -de más- y no contaminarla.

Gestión del agua en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Estamos ante un contexto de preocupación nacional y de búsqueda de soluciones, con el agua en el centro del debate sobre el desarrollo sostenible. En la conferencia mundial de educación para la sostenibilidad celebrada en Bonn (UNESCO, 2009) ya se reclamó la innovación en educación como la llave hacia la comprensión y sensibilización sobre la gestión sostenible del agua en el que debe asumirse que el agua es un bien escaso, que debe ser valorado y requiere un uso adecuado que permita satisfacer las necesidades básicas y las actividades productivas para el desarrollo, y que al mismo tiempo permita conservar y proteger los recursos hídricos.

Este interés por el buen uso del agua no puede estar ausente en la formación de nuestros escolares como ciudadanos responsables, por lo que es imprescindible trasmitir los conocimientos adecuados y favorecer la concienciación sobre una gestión más sostenible del agua, es decir, impulsando una educación para la sostenibilidad. Para ello, creemos necesario indagar en el currículum oficial y conocer qué contenidos sobre la NCA o relacionados con ella se contemplan.

Por otro lado, si analizamos las concepciones del alumnado en torno a la NCA, la bibliografía parece indicar que existe una despreocupación colectiva en los estudiantes respecto al ahorro, consumo y gestión responsable del agua. Concretamente, no son capaces de conectar su esfera de vida con su entorno natural y por tanto, de dar razones para explica cómo la actividad humana tiene un impacto tanto en la calidad del agua como en la contaminación de ésta y su sostenibilidad (Endreny, 2010).

Según López (2007) el alumnado desconoce el consumo de agua según un desarrollo sostenible porque desconoce el concepto de recurso renovable, que para él es igual a ilimitado, convencido de que el consumo excesivo de agua no repercute en el funcionamiento de los ecosistemas. De hecho, según Jaén y Palop (2011), aunque el alumnado puede mostrarse preocupado por la gravedad del problema de escasez de agua en el planeta, no se muestra muy receptivo al esfuerzo que supone la modificación de hábitos y conductas que le lleve a realizar un cambio sustancial de sus estilos de vida.

Para Fernández (2012), la no implicación del alumnado en la solución de los conflictos ambientales ligados al agua se debe, por una parte, a que cree que su aportación individual no es importante y, por otra, a que no se siente responsable de la situación de crisis considerando a las administraciones públicas como las principales responsables. Además, los estudiantes no perciben con tanta relevancia la cuestión de la conservación de los recursos y aunque muestren una disposición en colaborar, identifican la calidad de vida con el consumo de agua.

OBJETIVOS

En este trabajo se pretende con relación a la NCA analizar las tendencias contempladas en el currículum oficial de la educación obligatoria y del bachillerato.

METODOLOGÍA

El estudio analiza el tratamiento que se da en el currículum de la educación obligatoria y del bachillerato a la NCA.

En la figura 1 se describen las etapas de la metodología utilizada, que se desarrollan a continuación.

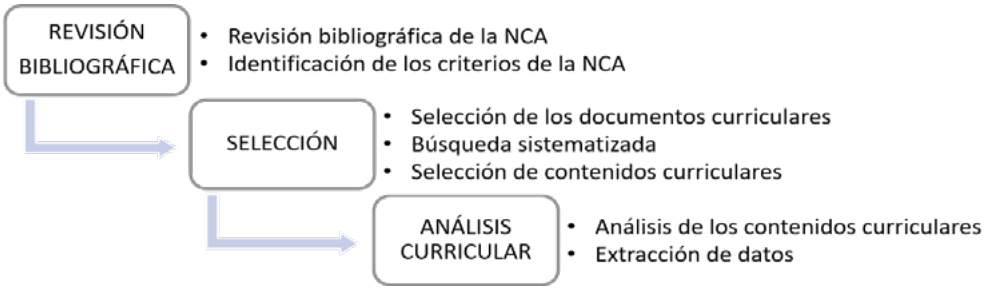


Figura 1. Esquema de la metodología utilizada

Etapa 1: revisión bibliográfica

Para el análisis del currículum de la educación obligatoria y el bachillerato se realizó una revisión bibliográfica sobre la NCA. La literatura analizada permitió agrupar las características esenciales y fundamentales de la NCA en cuatro criterios globales. Estos criterios son: recurso, dimensión, gestión y acciones.

En la tabla 1 se muestran las características de estos criterios.

Tabla 1. Criterios para identificar la Nueva Cultura del Agua

1. RECURSO
El agua es un recurso renovable que no es escaso ni abundante Es simplemente, la que es. Hay suficiente agua dulce para satisfacer las necesidades de los, aproximadamente, 7.000 millones de personas, siempre y cuando se preserve su buen estado de salud. El agua no está mal repartida, su distribución es el resultado de una serie de equilibrios planetarios, que alimentan el ciclo hidrológico y que no se deben alterar más allá de un determinado nivel. La escasez de agua no es física, sino que está condicionada por un comportamiento social e institucional. El problema de la escasez hídrica es fundamentalmente un problema de gestión ineficiente, falta de instituciones competentes, y, en algunos casos, de falta de inversiones y/o tecnología.
2. DIMENSIÓN
El agua presenta una dimensión social, cultural y ética. El agua se presenta como un socio-ecosistema (sistema de diversas tipologías interconectadas e interdependientes), es decir, se presenta como un sistema acuático, pero también como un derecho humano. Lo relevante del agua es su funcionalidad, tanto en la Naturaleza como en la vida de las sociedades humanas.

3. GESTIÓN
Gestión ecosistémica: el agua se gestiona en función de los servicios ecosistémicos, incluyendo una dimensión social, cultural y ética, desde la participación ciudadana. Gestión de la demanda con el objetivo de incentivar la eficiencia, la conservación y el ahorro, respetando las restricciones de sostenibilidad de cada lugar y circunstancia. Binomio agua-territorio: la gestión del agua debe hacerse en el marco de una estrategia territorial en la que debe converger la planificación física, socioeconómica y ambiental, con el fin de obtener un modelo de desarrollo sostenible y de una política de ordenación territorial equilibrada dentro del paradigma de la sostenibilidad.
4. ACCIONES
Ahorrar y ajustar el consumo a las necesidades reales, respetando las restricciones de sostenibilidad en cada lugar y circunstancia. La universalización de los contadores y la adopción de políticas tarifarias que permitan la recuperación de los costes de los servicios prestados. Aumentar la eficiencia y la gestión del uso del agua y de esta forma obtener un máximo rendimiento con un volumen menor del agua, disminuyendo el consumo y favoreciendo la regeneración del recurso y su conservación. Consumo de agua segura: protección de fuentes, limpieza, cuidado y protección de las instalaciones, desinfección y control de la calidad del agua para la bebida. Huella hídrica: herramienta para concienciar sobre el volumen total de agua que se utiliza, directa o indirectamente (consumismo).

Etapa 2: selección

En cuanto a los documentos que regulan los contenidos curriculares se seleccionaron la Orden ECD/686/2014 por la que se establece el currículo de la Educación Primaria (MEC, 2014) y el Real Decreto 1105/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria y del Bachillerato (MEC, 2015).

A continuación, se realizó una búsqueda sistemática de la palabra "agua" en las propuestas curriculares seleccionándose aquellos contenidos que hacían referencia al agua en términos de la NCA.

Etapa 3: análisis del currículum

De cada contenido seleccionado se registró la materia, curso, bloque de contenidos y criterio con el que está relacionado.

En la tabla 2 se incluye un ejemplo de cómo se ha realizado el análisis curricular en el currículum de Biología y Geología.

Tabla 2. Identificación de los criterios en el currículum de Biología y Geología

1º Y 3º ESO: BLOQUE 2. LA TIERRA EN EL UNIVERSO			
Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje	Criterio NCA
El agua en la Tierra. Agua dulce y agua salada: importancia para los seres vivos	13. Valorar la necesidad de una gestión sostenible del agua y actuaciones personales, así como colectivas, que potencien la reducción en el consumo y su reutilización.	13.1 Comprende el significado de gestión sostenible del agua dulce, enumerando medidas concretas que colaboren en esa gestión.	Gestión

RESULTADOS

Como se muestra en la tabla 3, tanto en primaria como en secundaria y bachillerato los contenidos relacionados con la NCA se concentran en una sola materia, a saber: Ciencias Sociales para primaria, Biología y Geología para secundaria, y Geología para el bachillerato.

Tabla 3. La Nueva Cultura del Agua en el currículum español

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CRITERIOS
Ciencias Sociales	1º, 2º, 3º, 4º y 6º	El mundo en que vivimos	Dimensión Gestión Acciones
Biología y Geología	1º y 3º	La Tierra en el Universo	Dimensión Gestión
Geología	2º	Recursos minerales energéticos y aguas subterráneas	Dimensión

El análisis de los documentos curriculares reveló que tanto en el currículum de primaria y secundaria como en el de bachillerato, los contenidos relacionados con la NCA están recogidos en muy escasos objetivos. Éstos se relacionan con los siguientes criterios:

a. Criterio nº 2, dimensión, es el más extendido en todo el currículum al encontrase tanto en las propuestas curriculares de primaria como de secundaria y bachillerato. Si bien es necesario especificar, que en 4º curso de primaria no se contempla este criterio.

b. Criterio nº 3, gestión, sería el siguiente criterio más extendido en el currículum. Este criterio tampoco se encuentra en todos los cursos de Ciencias Sociales, sólo en 4º y 6º.

c. Criterio nº 4, acciones, es junto al criterio nº2, dimensión, el más contemplado en la educación primaria, pues ambos criterios aparecen en tres de los cinco cursos de Ciencias Sociales.

CONCLUSIONES

La NCA en el currículum de primaria no se contempla en ninguna de las materias del área de Ciencias, por el ejemplo, en la materia de Ciencias de la Naturales se trata el agua tan sólo considerando sus propiedades físico-químicas (cambios de estado principalmente) y como un recurso productivo del que hay que sacar provecho como fuente de energía renovable. Incluso en el currículum de Ciencias Sociales que, identifica al agua como un elemento imprescindible para la vida, promueve su uso y conservación desde un punto de vista responsable así como una gestión sostenible, podemos atisbar contenidos de la vieja cultura del agua entremezclados con la NCA, al seguir considerando el agua como un recurso escaso y repartido de manera desigual.

Los contenidos curriculares de educación secundaria y bachillerato en torno al agua son más amplios y al mismo tiempo más variados, esto es, que no solo se refieren a las propiedades físico-químicas del agua (al agua como compuesto), sino que también incluyen contenidos que aluden al agua y al medio físico e incluso a su relación con los seres vivos incluido el ser humano. Y, sin embargo, son pocos los contenidos relacionados con la NCA, los cuales giran en torno a los problemas de escasez del recurso con el objetivo de conseguir la concienciación del alumnado a través del desarrollo de hábitos y actitudes personales de ahorro de agua y

eficiencia en su uso y consumo. Al mismo tiempo, los esfuerzos dirigidos hacia el cambio de hábitos por parte del alumnado van en la línea de realizar cambios en el consumo personal y doméstico y se obvian a los grandes consumidores del agua (agricultura, industria y consumismo global).

En definitiva, el currículum de la educación obligatoria y bachillerato no favorece la adquisición de conocimientos sobre el agua según la NCA, ya que no promueve una educación para la sostenibilidad pues entre otros aspectos, el currículum no contempla la visión patrimonial del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera Klink, F. (2008). *La nueva economía del agua*. Madrid, España: Catarata.

Arrojo, P. (2010). Crisis global del agua: valores y derechos en juego. *Cuadernos Cristianisme i Justicia, 168*, 3-31.

Cuello Gijón, A. (2019). Inercias cognitivas y culturales como obstáculos para la transición hidrológica, una propuesta formativa de educación ambiental. Signos Geográficos, 1, 1-19.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 22 de diciembre de 2000, núm. 327, pp. 1-73.

Fernández Arroyo, J. (2012). *La construcción del conocimiento sobre la gestión y la contaminación del agua. Concepciones del alumnado de 1.º de Bachillerato* (tesis doctoral). Universidad de Sevilla, España.

Endreny A.H. (2010). Urban 5th graders conceptions during a place-based inquiry unit on watersheds. ***Journal of Research in Science Teaching***, ***47***(5), 501-517. https://doi.org/10.1002/tea.20348

Gómez Fuentes, A.C. (2012). Movimiento social por una Nueva Cultura del Agua en España. *Espacios Públicos, 15*(35), 96-113.

Jaén García, M. y Palop Navarro, E. (2011). ¿Qué piensan y cómo actúan los alumnos y profesores de un Centro de Educación a sobre la gestión del agua, la energía y los residuos? *Enseñanza de las Ciencias, 29*(1), 61-74.

López Martínez, C. (2007). *La enseñanza-aprendizaje del agua en el contexto de un desarrollo sostenible. Su aplicación en la enseñanza secundaria* (tesis doctoral). Universidad de Valencia, España.

MEC (2014). Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, por la que se establece el currículo de la Educación Primaria para el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y deporte y se regula su implantación, así como la evaluación y determinados aspectos organizativos de la etapa. BOE núm. 106, de 1 de mayo de 2014, pp. 33827-34369.

MEC (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE núm. 3, de 3 de enero de 2015, pp. 169-546.

Price Waterhouse Coopers. (2018). *La gestión del agua en España. Análisis y retos del ciclo urbano del agua.* Recuperado de: https://www.pwc.es/es/publicaciones/energia/assets/gestion-agua-2018-espana.pdf

UNESCO (2009). *World Conference on Education for Sustainable Development*. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-c58e17b6-8cf7-4ac3-84ce-45d232f73b3c

CF.44 Competencias profesionales y cuestiones socio-científicas: relación entre el nivel desarrollado y el nivel de importancia asignado por graduados universitarios

Juan Franco Quaranta, Claudia Beatriz Falicoff y Alejandro Raúl Trombert

Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.
E-mail: jquaranta@fbcb.unl.edu.ar

RESUMEN

En este estudio se presentan las percepciones sobre competencias profesionales (CP) y cuestiones socio-científicas (CSC) de los graduados de la carrera de Licenciatura en Biotecnología (LB) del período 2010-2016 de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe-Argentina. La información se recoge a través de un cuestionario realizado *ad-hoc*. Se indaga el nivel desarrollado (ND) durante la formación universitaria y el nivel de importancia (NI) reconocido para la práctica profesional de las CP y CSC. Para llevar a cabo el análisis cuantitativo, se empleó el programa estadístico SPSS Statistics 22. Se analizó la relación entre las dos variables (ND/NI) de las CP y CSC mediante el Test t (Prueba t) y una matriz comparativa. La relación entre los niveles de desarrollo y de importancia varía según la competencia y cuestión analizada.

Palabras clave: Competencias Profesionales; Cuestiones Socio-científicas; Biotecnología; Graduados Universitarios.

INTRODUCCIÓN

En los campos disciplinares de constantes avances y controversias, como la Biotecnología, toma importancia la palabra de los graduados acerca de los procesos formativos y la adopción de modelos de enseñanza y aprendizaje centrados en el estudiante y orientados al desarrollo de competencias (CONFEDI, 2018).

Este trabajo se propone analizar la percepción de los graduados de la carrera de Licenciatura en Biotecnología (LB) del período 2010-2016 de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), (lugar de trabajo de autores) sobre el nivel desarrollado durante la formación universitaria (ND) y el nivel de importancia en el ejercicio de la profesión (NI) de las competencias profesionales (CP) y las cuestiones socio-científicas (CSC).

Competencias profesionales

El constante avance de la ciencia y la tecnología exige la formación de graduados competentes, porque la simple ejercitación académica y la adquisición de conocimientos no garantizan el dominio en las competencias profesionales (Alonso Martín, 2010).

En este sentido, las universidades tienden a diseñar los currículos en términos de competencias y capacidades que el estudiantado debe poder desarrollar para adaptarse a un mundo en constante cambio (Venegas Jiménez, 2011).

Si bien hay diferentes concepciones acerca de lo que es una competencia, dicha expresión es frecuentemente utilizada por los responsables de los sistemas educativos para hacer referencia a aquello que el alumnado debe poder adquirir o desarrollar en la institución educativa (Saavedra y Saavedra, 2014).

El concepto de competencia profesional, hace referencia al conjunto de conocimientos, destrezas y aptitudes necesarios para ejercer una profesión y que permite además resolver problemas de forma autónoma y flexible, por lo que está capacitado para colaborar en su entorno y en la organización del trabajo (Galdeano y Valiente, 2010). Los mencionados autores, afirman que la incorporación del enfoque de competencias profesionales en el ámbito educativo responde a la demanda de la sociedad.

Cuestiones socio-científicas

En las carreras científico-tecnológicas, como la Licenciatura en Biotecnología, se pone de manifiesto la necesidad de prestar atención a las cuestiones socio-científicas, consideradas situaciones polémicas sin soluciones inmediatas que poseen cierta complejidad por involucrar dimensiones sociales, ambientales y científicas. Esta visión permite, tanto a docentes como a estudiantes, articular los conocimientos científicos con situaciones reales. Asimismo, se consideran las emociones y sentimientos; los valores y normas; las creencias culturales, sociales, políticas, morales y religiosas, lo que permite realizar justificaciones más sólidas y tomar decisiones más apropiadas, respecto a las cuestiones puestas en juego (Sadler, Foulk y Friedrichsen, 2017).

La incorporación de esta nueva mirada en las aulas puede significar un interesante cambio en los procesos de enseñanza y de aprendizaje ya que exige que los docentes consideren a los estudiantes como individuos capaces de posicionarse críticamente frente a problemas de actualidad. Al mismo tiempo expone a los futuros profesionales a una variedad de modos alternativos de explicación, para que ellos mismos puedan contrastar sus puntos de vista personales (Pope, 2017).

Percepción de los graduados

Las percepciones de los graduados constituyen una herramienta fundamental para identificar las competen-

cias que demanda el mundo laboral (Marzo Navarro, Pedraja Iglesias y Rivera Torres, 2006). Se considera a las mismas como un conjunto de creencias internas desarrolladas con el concurso de pensamientos y emociones (Gómez Esquer, Rivas Martínez, Mercado Romero y Barjola Valero, 2009).

METODOLOGÍA

Sujetos y características de la muestra

En el período 2010-2016, la población de graduados de la carrera de LB de la FBCB-UNL está constituida por 248 sujetos. La muestra estudiada corresponde a 182 individuos, lo que permite expresar los resultados con un margen de error de 3,8%, si se considera un nivel de confianza del 95% (Morales Vallejo, 2012).

Instrumento de recolección de la información

Se evaluó la percepción sobre el ND y el NI de las CP y CSC, respectivamente, mediante un cuestionario realizado *ad hoc*. El mismo constó de cuatro secciones:

- Datos generales. Se solicitaron datos de: edad, género y lugar de procedencia al momento de iniciar la carrera.

- Características de la situación laboral. Se indagó si trabajaba en un área relacionada con la Biotecnología, en el momento de responder el cuestionario.

- Percepción de CP y CSC. Se evaluaron diecinueve ítems: trece referidos a CP (2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17 y 18) y seis a competencias en el marco de CSC (1, 5, 8, 11, 16 y 19). Las CP incluidas en el cuestionario fueron obtenidas del Documento para la acreditación de las carreras de Licenciatura e Ingeniería en Biotecnología, presentado por el CONBIOTEC, y aprobado por el Consejo Interuniversitario Nacional mediante Resolución del Comité Ejecutivo N° 815 del año 2012. Dicho documento se puede observar en el siguiente enlace de acceso a Drive: Documento para la acreditación de las carreras de Licenciatura e Ingeniería en Biotecnología. Las competencias relacionadas con CSC se elaboraron en base a la relevancia que supone la incorporación del trabajo con las mismas, en el currículum de la carrera de LB. Para cada ítem, se consideraron dos categorías: el ND adquirido durante la formación universitaria y el NI asignado en el ejercicio de la profesión. La indagación se realizó con preguntas cerradas, las cuales presentaban cuatro posibles categorías para evaluar el ND durante la formación de grado (1=Nada Desarrollado; 2=Poco Desarrollado; 3=Desarrollado; 4=Muy Desarrollado) y cuatro para evaluar el NI (1=Nada Importante; 2=Poco Importante; 3=Importante; 4=Muy Importante). Se optó por una escala tipo Likert con cuatro opciones con el fin de utilizar una matriz *ad hoc*, que se presenta en el siguiente apartado. Según Lozano, García-Cueto y Muñiz (2008), el número óptimo de alternativas en la escala está entre cuatro y siete.

Para la validez interna en el diseño del cuestionario se solicitó la colaboración de un grupo de expertos (cuatro Licenciados en Biotecnología que ejercen la docencia) y tres estudiantes avanzados de la carrera de LB, todos de la FBCB-UNL, quienes respondieron sin proponer sugerencias de reformulación.

- Comentarios. Se propuso un espacio para ampliar las respuestas anteriores.

Instrumentos para el análisis de la información. Relación entre ND y NI

Con el propósito de determinar la fiabilidad del cuestionario, se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach (Lacave Rodero, Molina Díaz, Fernández Guerrero y Redondo Duque, 2015). Se consideran valores aceptables a partir de +0.60. Para llevar a cabo este análisis, se empleó el paquete estadístico SPSS Statistics 22. Para el cálculo de las medias se utilizó el mismo programa, en cada enunciado y cada escala, respectivamente.

Se analizó la existencia de similitudes o diferencias en la valoración por parte de los graduados respecto al ND y NI de cada ítem, mediante la prueba *t de Student*. Con el fin de analizar la relación de los datos obtenidos se empleó una matriz *ad hoc* adaptada de estudios anteriores (Martilla y James, 1977; Pike, 2004; Rembado, Roncaglia y Porro, 2006). La misma consiste en un par de ejes de coordenadas donde la media del ND (eje x) se compara con la media del NI (eje y) de los diferentes elementos involucrados. Cada uno de los cuadrantes combina ambas variables. Se obtiene así un gráfico con cuatro zonas diferentes que se observan en la Figura 1. Matriz ND-NI.

Figura 1. Matriz ND-NI

Resultados

Los resultados del cuestionario se presentan según tres de las secciones descritas.

- Datos generales. La media de la edad es de 30 años. Los porcentajes de mujeres y hombres son 68,1% y 31,9%, respectivamente. El 38% procedía de la ciudad de Santa Fe (sede de la FBCB-UNL), el 37% de localidades de la provincia de Santa Fe y el 25% de otras provincias argentinas.

- Características de la situación laboral. El 80,2% de los sujetos de la muestra trabajaba en un área relacionada con la Biotecnología, al momento de responder el cuestionario. De este porcentaje, aproximadamente el 40% desarrollaba, simultáneamente, más de una tarea. La Tabla 1. Sectores de trabajo de los graduados, muestra los porcentajes de las actividades mencionadas.

ACTIVIDAD	PORCENTAJE
Relacionada con la investigación en el ámbito público	64%
Docencia en el Nivel Superior	26%
Docencia en otro nivel del Sistema Educativo	9%
Relacionada con la investigación en el ámbito privado	5%
En el ámbito privado no relacionada con la investigación	5%
En el ámbito público no relacionada con la investigación	2%
Emprendedor	2%

Tabla 1. Sectores de trabajo de los graduados

- Percepción de CP y CSC**.** Los valores del coeficiente Alfa de Cronbach, α= 0,8480 y α= 0,9208 indican que los resultados del cuestionario realizado por los 182 sujetos de la muestra, respecto a los 19 ítems considerados para ND y NI, respectivamente, se encuentran correlacionados de manera confiable y aceptable.

Se analizaron los datos y se determinaron las medias para cada ítem. También se calculó la media global de las medias considerando los 19 enunciados. Los resultados se presentan en la Tabla 2. Medias de ND y NI.

Luego, se aplicó la prueba *t de Student* pareada para determinar la existencia de diferencias significativas en la percepción del ND-NI de cada ítem. Con un intervalo de confianza igual a 95%, se asume un nivel de significación de alfa 0.05. Como para todos los valores (p = 0,00), se puede rechazar la hipótesis nula y por lo tanto hay diferencias significativas en las medias de los grupos analizados (ND-NI de cada percepción).

Como herramienta para analizar la relación entre el ND y NI de cada enunciado, con los datos de la Tabla 2, se construyó la Matriz ND-NI, adaptada de Martilla y James (1977). Los ejes que separan los cuadrantes corresponden a las medias globales de los valores medios de ND (2,20) y NI (3,30), respectivamente.

COMPETENCIA PROFESIONAL	Media ND (n=182)	Media NI (n=182)
1- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la Biotecnología relacionada con el medio ambiente	2,18	3,40
2- Realizar asesoramientos y peritajes en aspectos de la Biología Molecular, Biología Celular, Microbiología, Genética y Bioquímica en relación a sus aplicaciones biotecnológicas	2,62	3,25
3- Diseñar metodologías adecuadas para el desarrollo de procedimientos, reactivos y sistemas de diagnóstico de laboratorio en el ámbito de la salud humana y de la sanidad animal y vegetal basados en aplicaciones biotecnológicas	2,58	3,51
4- Desarrollar, organizar, supervisar y ejecutar las tareas de los procesos y las metodologías de trabajo a usar en el laboratorio de Biotecnología	2,75	3,52
5- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la Biorremediación	1,93	3,13
6- Realizar manipulación genética de organismos celulares y otras entidades biológicas para la obtención de organismos o productos y servicios mediante procesos biotecnológicos	3,13	3,37
7- Integrar equipos multidisciplinarios para el desarrollo de proyectos de transferencia biotecnológica	1,75	3,57
8- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la modificación de cultivos y el uso de agroquímicos	2,02	3,32
9- Diseñar metodologías y efectuar operaciones de obtención, purificación y análisis de sustancias químicas y/o productos biológicos factibles de ser obtenidos por procesos biotecnológicos	2,80	3,37
10- Realizar estudios e investigaciones científicas y tecnológicas referidos a la Biología, Genética Molecular, Bioquímica, Microbiología y Biología Celular y Molecular, en las áreas que competen a la Biotecnología	3,13	3,49
11- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la obtención y el manejo de organismos genéticamente modificados	2,18	3,32
12- Desarrollar, organizar, dirigir y ejecutar procesos biotecnológicos para la resolución de problemas ambientales	1,99	3,42
13- Capacitar recursos humanos en las distintas temáticas biotecnológicas. Participar en la corrección, certificación y edición de material didáctico y de divulgación vinculados con la Biotecnología	1,68	3,10
14- Realizar, supervisar y certificar el control de calidad de insumos y productos obtenidos mediante procesos biotecnológicos	1,95	3,16
15- Participar en la elaboración de normas regulatorias relacionadas con la aprobación, uso, transporte y comercialización de todo agente biológico en todas las jurisdicciones del ámbito nacional	1,36	2,89
16- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con el diseño y la producción de alimentos transgénicos	1,86	3,14
17- Planificar, desarrollar, controlar, validar y dirigir procesos biotecnológicos a escala de laboratorio, planta piloto e industrial	2,20	3,45
18- Realizar asesoramientos técnicos y científicos sobre la valorización de recursos aprovechables para procesos de interés biotecnológico	1,86	3,15
19- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionadas con el empleo de animales para los procesos de investigación, desarrollo e innovación	2,11	3,19
MEDIA GLOBAL	2,21	3,30

Tabla 2. Medias de ND y NI

En la Figura 2 se grafica la Matriz ND-NI. Los puntos en cada uno de los mismos representan el número de ítem según la Tabla 2.

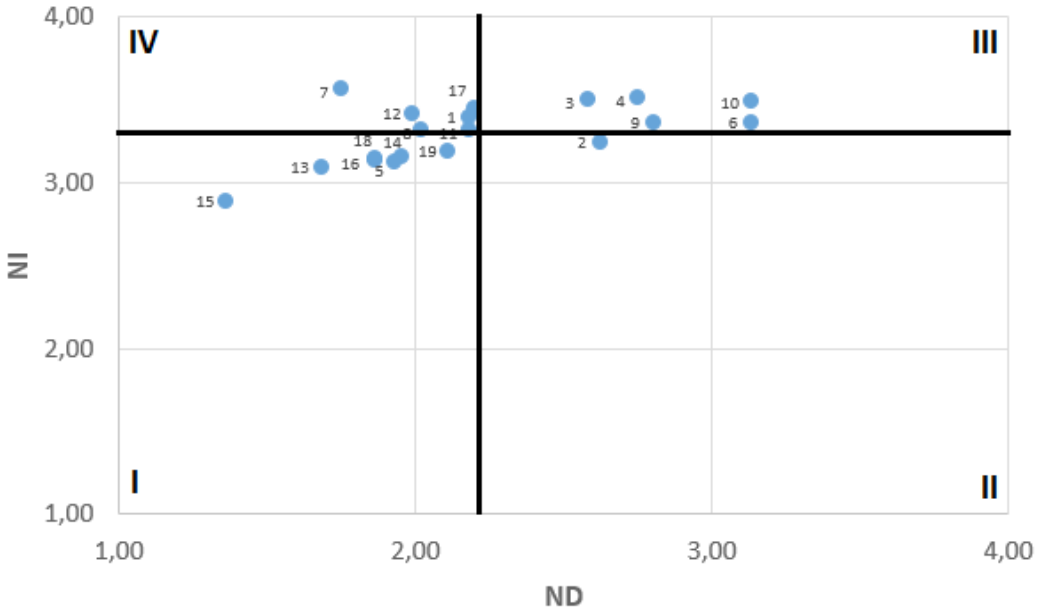


Figura 2. Matriz ND-NI

Merece la pena señalar que los valores en cuestión, aun cuando las diferencias entre ellos sean escasas, se ubicaron estrictamente en los niveles bajo o alto, de importancia y desarrollo, según lo propuesto en la Figura 1. A continuación se describe cada cuadrante.

-Cuadrante I: Bajo ND-Bajo NI: Se encuentran aquí los ítems 5, 13, 14, 15, 16, 18 y 19. Los mismos fueron valorados en niveles bajos, respecto a las medias globales, tanto de importancia en el ejercicio de la profesión como de desarrollo en el trayecto de formación universitaria.

Los enunciados 5, 16 y 19 hacen referencia a competencias en el marco de CSC. Las mismas están vinculadas al impacto de la Biotecnología en la Biorremediación; al diseño y la producción de alimentos transgénicos y al empleo de animales para los procesos de investigación, desarrollo e innovación, respectivamente.

Las CP 13, 14, 15 y 18 se relacionan con capacitar recursos humanos y participar en la elaboración de material didáctico y de divulgación científica; supervisar y certificar el control de calidad de insumos y productos biotecnológicos; participar en la elaboración de normas regulatorias relacionadas con la aprobación, uso, transporte y comercialización de agentes biológicos y el asesoramiento sobre la valorización de recursos aprovechables para procesos de interés biotecnológico, respectivamente.

- Cuadrante II: Alto ND-Bajo NI: Se ubica en este cuadrante la CP 2, considerada escasamente importante para el desempeño profesional y altamente desarrollada en la formación académica. La misma está vinculada con el asesoramiento y peritaje en aspectos de la Biología Celular y Molecular, Microbiología, Genética y Bioquímica.

- Cuadrante III: Alto ND-Alto NI: Se ubican aquí las competencias 3, 4, 6, 9 y 10, que han sido valoradas en niveles altos, tanto de importancia en el ejercicio de la profesión como de desarrollo en el trayecto de formación universitaria. Las mismas se asocian con el diseño de metodologías en el ámbito de la salud humana y la sanidad animal y vegetal; desarrollar y supervisar procesos y metodologías en el laboratorio de Biotecnología; manipular genéticamente agentes biológicos para el desarrollo de productos y servicios biotecnológicos; obtener, purificar y analizar sustancias químicas o biológicas obtenidas por procesos biotecnológicos y realizar estudios e investigaciones científicas y tecnológicas en áreas vinculadas con la Biotecnología, respectivamente.

-Cuadrante IV: Bajo ND-Alto NI: Se encuentran los enunciados 1, 7, 8, 11, 12 y 17. Los mismos fueron percibidos con mayor nivel de importancia y menor nivel de desarrollo, respecto a las medias globales.

Los ítems 1, 8, y 11 refieren a competencias en el marco de CSC, vinculadas al impacto de la Biotecnología sobre el Medio Ambiente; a la modificación de cultivos y el uso de agroquímicos y a la obtención y manejo de organismos genéticamente modificados.

Las CP 7, 12 y 17, refieren a: integrar equipos multidisciplinarios para el desarrollo de proyectos de transferencia biotecnológica; desarrollar y ejecutar procesos biotecnológicos para resolver problemas ambientales y desarrollar, controlar y dirigir procesos biotecnológicos a escala de laboratorio, planta piloto e industrial, respectivamente.

CONCLUSIONES

Se observan diferencias significativas en las medias de ND y NI de todos las CP y CSC analizadas (prueba t de Student p=0,00). En este sentido, es interesante indicar que se revela una menor percepción de desarrollo durante la formación de grado (media global ND= 2,20), comparado con la importancia asignada a dichas variables en el ejercicio de la profesión (media global NI= 3,30).

La actividad de los licenciados en Biotecnología en la Argentina podría vincularse a las necesidades de la sociedad. Cuestiones como la Biorremediación, el diseño y la producción de alimentos transgénicos, aún necesitan soluciones, y afectan una parte importante de la población. Sin embargo, resultan sorprendentes los resultados correspondientes al cuadrante I (Bajo ND-Bajo NI).

Se infiere que en la trayectoria educativa universitaria se desarrollan aspectos que no serían de interés al graduado, como ser el asesoramiento y peritaje en aspectos de la Biología Celular y Molecular, Microbiología, Genética y Bioquímica (cuadrante II, Alto ND-Bajo NI).

Los resultados del cuadrante III (Alto ND-Alto NI) son los esperados para una propuesta educativa de calidad que sea coherente con el perfil del título y los alcances profesionales.

Finalmente, el estudio muestra que los aspectos vinculados con el impacto sobre el Medio Ambiente, la modificación de cultivos, el uso de agroquímicos y el manejo de organismos genéticamente modificados, son reconocidos como importantes. Sin embargo, no se abordan suficientemente en la carrera (cuadrante IV, Bajo ND-Alto NI).

A fin de ampliar el registro y conocer con más claridad la opinión de los actores, en una instancia posterior, la presente investigación se completará con los resultados que arroje el análisis de la información recolectada mediante técnicas de carácter cualitativo. Dichos resultados permitirán avanzar en la comprensión de las discordancias observadas entre ND y NI. Se espera que los resultados de este trabajo puedan contribuir al proceso de revisión curricular de la carrera de LB.

AGRADECIMIENTOS

- A los proyectos de investigación de la FBCB-UNL: i) “Desarrollo de la competencia científica en Química mediante cuestiones socio-científicas como estrategia didáctica”. ii) “Innovación pedagógica en Bioética: Repensando las prácticas de enseñanza en la Universidad”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Martín, P. (2010). La valoración de la importancia de las competencias transversales: comparación de su percepción al inicio y final de curso en alumnos de psicología. *Revista de Investigación Educativa*, 28(1),

119-140.

CONFEDI. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI"*. Recuperado de: https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/institucional/difusion/archivos/LIBRO_ROJO_DE_CONFEDI_estandares_de_segunda_generacion.pdf

Galdeano, C. y Valiente, A. (2010). Competencias profesionales. *Educación química*, 21(1), 28-32.

Gómez Esquer, F.; Rivas Martínez, I.; Mercado Romero, F. y Barjola Valero, P. (2009). Aplicación interdisciplinar del aprendizaje basado en problemas (ABP) en ciencias de la salud: una herramienta útil para el desarrollo de competencias profesionales. *Red-U. Revista de Docencia Universitaria*, 4, 1-19.

Lacave Rodero, C.; Molina Díaz, A.; Fernández Guerrero, M. y Redondo Duque, M. (2015). Análisis de la fiabilidad y validez de un cuestionario docente. *Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática*. Universitat Oberta La Salle ed. Andorra la Vella: Universitat Oberta La Salle, 2015, p. 136-143.

Lozano, L.; García, E. & Muñiz, J. (2008): Effect of the Number of Response Categories on the Reliability and Validity of Rating Scales. *Methodology: European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences*, 4(2), 73-79.

Martilla, J. & James, J. (1977). Importance-Performance Analysis. *Journal of Marketing*, 41(1), 77-79.

Marzo Navarro, M.; Pedraja Iglesias, M. y Rivera Torres, P. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. *Revista de Educación*, 341, 643-661.

Morales Vallejo, P. (2012). *Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? Estadística aplicada a las Ciencias Sociales.* Universidad Pontificia Comillas. Madrid.

Recuperado de: http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf

Pike, S. (2004). The Use of Repertory Grid Analysis and Importance-Performance Analysis to Identify Determinant Attributes of Universities. *Journal of Marketing for Higher Education*, 14(2), 1-18.

Pope, T. (2017) Socioscientific Issues: A Framework for Teaching Ethics Through Controversial Issues in Science. *Teach Journal of Christian Education*, 11(2), 42-49.

Rembado, F., Roncaglia, D. y Porro, S. (2006). Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los graduados. *Educación Química*, 18(2), 114-122.

Saavedra y Saavedra. (2014). Evaluación por competencias: contextos de origen y contradicciones pedagógicas. *Itinerario Educativo*, 64, 65-81.

Sadler, T.; Foulk, J. & Friedrichsen, P. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87.

Venegas Jiménez, P. (2011). Gestión de la Educación basada en competencias: elementos para su interpretación en el contexto de la Administración de la Educación. *Revista Gestión de la Educación*, 1(1), 1-27.

CF.45 Análisis de problemáticas ambientales con ayuda de las matemáticas en Educación Secundaria Obligatoria

María Montes[1], Anabella Garzón[2] y Beatriz Cara[2]

[1]IES Acci (Guadix-Granada). [2]Departamento de Educación. Universidad de Almería. agarzon@ual.es

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica implementada en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria dentro de la asignatura "Matemáticas orientadas a la enseñanza académica" y que ha consistido en analizar la problemática ambiental del mal uso y gestión del plástico en nuestra vida cotidiana. Dicha problemática se analiza haciendo uso del conocimiento matemático adquirido en la asignatura además de practicar habilidades y competencias científicas. El objetivo que se pretende es que el alumnado mejore sus actitudes hacia el cuidado del medio ambiente y contribuya a un desarrollo más sostenible tomando medidas proambientales en su vida cotidiana. Las metodologías utilizadas han sido el aprendizaje basado en proyectos y la metodología de aprendizaje por indagación. El alumnado ha estado motivado durante la realización de las diferentes actividades de la secuencia implementada en el aula. Como resultado final y difusión del proyecto, los alumnos han realizado murales para concienciar y sensibilizar al resto de alumnos del centro educativo sobre el mal uso de los plásticos en nuestra sociedad.

Palabras clave: Educación ambiental; educación obligatoria; matemática; plásticos.

INTRODUCCIÓN

Los plásticos presentan un problema global de consumo y gestión, estando presentes en muchos materiales, objetos y alimentos que consumimos en nuestra vida cotidiana. Se ha convertido en uno de los problemas ambientales más preocupantes hoy día, por un deficiente reciclado por parte de las empresas encargadas de su gestión, por la aceptación acrítica de la compra de productos envueltos en plástico, por la poca concienciación de la población, por la sociedad establecida del "usar y tirar", entre otras causas. Por lo tanto, resulta necesario tratar esta problemática ambiental en el aula para sensibilizar a los jóvenes sobre el consumo actual y los problemas ambientales que ocasionan, analizando con ayuda de la matemática los datos que encontramos en la bibliografía digital.

Por otra parte, las Matemáticas contribuyen a la comprensión y al aprendizaje de las Ciencias Experimentales y Sociales, ya que nos ayudan a analizar y entender los problemas para su correcta interpretación. Es un instrumento eficaz que nos ayuda a comprender mejor la realidad y adaptarnos a un contexto en continua evolución. En esta propuesta se trabajan los contenidos matemáticos "Análisis de funciones y de Estadística" a partir de problemáticas del medio ambiente. Se plantea aquí un proyecto en el que se utiliza la matemática a partir de los datos obtenidos de la información disponible en la red, para posteriormente elaborar tablas y gráficos, analizarlos y obtener unas conclusiones argumentadas y críticas acerca del abuso de los plásticos y sus repercusiones en el medio ambiente.

La Educación Ambiental (EA) puede considerarse como una de las herramientas principales para que los alumnos/as y ciudadanos del futuro puedan ser responsables bajo el punto de vista socioambiental, y más hoy en día, donde el cambio climático está poniendo en peligro nuestro planeta. Definida en la conferencia Mundial sobre educación y formación ambiental (UNESCO/Moscú, 1987) como "un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su medio y aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y también la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales y futuros".

Ante los problemas ambientales de nuestra sociedad actual, se hace imprescindible una Educación Ambiental dentro de las aulas, para que el alumnado alcance la competencia ambiental, basada en la adquisición de conocimientos, comportamientos y actitudes proambientales (Álvarez-García, Sureda-Negre y Comas Forgas, 2015).

Contextualización teórica

Desde el descubrimiento del primer plástico totalmente sintético en 1907 (baquelita), este tipo de materiales ha revolucionado la ciencia de los polímeros y nuestra vida cotidiana. Los materiales plásticos son extremadamente versátiles debido a su baja densidad, baja conductividad térmica y eléctrica, resistencia a la corrosión y a su utilidad como barrera contra el agua y el oxígeno. Además, su bajo precio también contribuye a su fabricación fácil y generalizada. Sin embargo, lo que fue, y aún se describe como un material revolucionario, se ha convertido lentamente en una amenaza ambiental global con una distribución ubicua en muchos ecosistemas diferentes (Frías y Nash, 2019).

La EA se definió en la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental organizada por la UNESCO (Tbilisi, URSS 1977) como: "el proceso de aprendizaje que aumenta el conocimiento y la conciencia de las personas sobre el medio ambiente y los desafíos asociados, desarrolla las habilidades y experiencia necesarias para abordar los desafíos y fomenta actitudes, motivaciones y compromisos para tomar decisiones informadas y tomar acciones responsables". La educación ambiental es esencial hoy en día dentro de las aulas para que los estudiantes alcancen una competencia ambiental, que se basa en el conocimiento, los comportamientos y las actitudes ambientales (Álvarez-García, Sureda-Negre y Comas-Forgas, 2015).

Figura 1. Tomada de Álvarez-García, Sureda-Negre y Comas-Forgas (2017)

Con frecuencia, la información relacionada con cuestiones ambientales se muestra con datos estadísticos, tablas o gráficos. Por tanto, las habilidades matemáticas resultan fundamentales para poder interpretar, analizar y sacar conclusiones a partir de las diferentes fuentes bibliográficas. Los conocimientos matemáticos son un instrumento para comprender mejor la realidad que nos rodea.

Por esta razón, en esta propuesta, los contenidos de las matemáticas se manejan bajo el contexto del medio ambiente y específicamente, sobre los problemas con los plásticos. Las matemáticas se utilizan para tomar datos de su entorno, procesarlos usando tablas y gráficos, analizarlos y obtener conclusiones críticas sobre el uso de plásticos en la actualidad y su impacto en el medio ambiente.

Se trabajan además elementos transversales presentes en el plan de estudios, como el desarrollo del pensamiento crítico, la iniciativa personal, la capacidad de aprender a aprender y la evaluación crítica de los hábitos sociales relacionados con el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.

Esta propuesta ha sido diseñada para trabajar en el aula con el medio ambiente a través de números para adquirir competencia matemática y científica. Los estudiantes preguntarán acerca de la pregunta "¿Cuidamos nuestro planeta como se merece?" De acuerdo con la información obtenida, tendrán que sacar conclusiones y comunicarlas, creando y fomentando un espíritu crítico. Trabajarán en las diferentes dimensiones del aprendizaje para promover la competencia ambiental y crear conocimiento, comportamientos y actitudes ambientales.

El objetivo general establecido es crear conciencia sobre el uso de plásticos mediante el uso de análisis matemáticos y estadísticos, crear conciencia sobre los problemas de su mal uso y explotación y educar para tomar medidas proambientales en nuestro día a día.

Metodología

Las metodologías empleadas se basan en el socioconstructivismo, que considera el aprendizaje del individuo como un proceso interno de comprensión, que ocurre cuando el estudiante participa activamente en la comprensión y elaboración del conocimiento (Mayer, 2003) en colaboración con sus compañeros. En el proceso de aprendizaje, se requiere la resolución de problemas significativos y complejos para estimular la investigación y la reflexión necesarias para la construcción del conocimiento, y los problemas con los plásticos cumplen con estos requisitos.

Se propone una metodología activa y sensibilizadora como principio que busca la conciencia y la participación en la búsqueda de soluciones. Se pretende estudiar el uso de plásticos desde una perspectiva local para llegar

a lo global. Los estudiantes deben concienciarse de que es un problema de todos, un problema comunitario y colectivo, por lo que deben buscar las causas que lo provocan y soluciones para resolver los problemas, aplicar sus conocimientos para resolver el problema (Tam, 2000). Los estudiantes se comprometen con su proceso de construcción del conocimiento en un entorno en el que el conocimiento mismo se creará in situ (Hamada y Scott, 2000).

Se utilizarán la metodología de Aprendizaje basado en problemas (PBL) y la metodología basada en la indagación (IBSE). El aprendizaje basado en problemas (PBL) es un modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante con el que se pretende desarrollar habilidades y conocimiento a través de un problema o pregunta que promueva la búsqueda de respuestas y la investigación en los estudiantes y una demostración real de aprendizaje en productos o rendimientos. Está dirigido por preguntas relevantes (problemas), que vinculan los contenidos del currículo y las habilidades de pensamiento de orden superior de los estudiantes con contextos del mundo real. Es una metodología que permite a los estudiantes adquirir el conocimiento y las habilidades clave en el siglo XXI mediante el desarrollo de proyectos que responden a problemas de la vida real. Los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje y desarrollan su autonomía y responsabilidad, ya que son responsables de planificar, estructurar el trabajo y desarrollar el producto para resolver la pregunta. El trabajo del maestro es guiarlos y apoyarlos durante todo el proceso.

Por otro lado, IBSE se puede definir como un proceso de descubrimiento de nuevas relaciones causales, y se ve como un enfoque de resolución de problemas, que implica la aplicación de diversas habilidades (Pedaste y Sarapuru, 2006). El aprendizaje basado en la investigación o indagación enfatiza la participación activa y la responsabilidad de los estudiantes para descubrir el conocimiento que es nuevo para ellos (Jong y van Joolingen, 1998).

Planteamiento de la propuesta

La propuesta se ha desarrollado en cinco sesiones, planteando diferentes objetivos y preguntas para la indagación del problema (Tabla 1).

Tabla 1. Objetivos y preguntas para la indagación de la propuesta

OBJETIVOS	PREGUNTAS PARA LA INDAGACIÓN
Sesión 1: ¿Por qué hay islas y montañas de plástico? Sensibilizar sobre el problema de la producción y uso del plástico a nivel mundial.	¿Qué problemáticas ambientales tiene nuestro planeta? ¿Cuántas toneladas de plástico produce el mundo en un año? ¿Cuántas toneladas de plástico terminan en nuestros océanos? ¿De dónde viene el plástico?
Sesión 2: ¿Cómo llega el plástico a nuestra alimentación? Conocer los caminos o rutas que sigue el plástico desde su producción hasta llegar a los ecosistemas. Conocer los efectos de los plásticos y microplásticos en las cadena tróficas, en los seres vivos y en nuestra alimentación.	¿Cuántos productos que contienen envases de plástico se utilizan diariamente en tu familia? ¿Es necesario ese envase? ¿Hay otras posibles alternativas? ¿Cuánto tiempo tarda en degradarse el plástico? ¿Dónde termina ese plástico? ¿Cómo llega el plástico a nuestra comida? ¿Les afecta este problema a otros seres vivos del planeta?

OBJETIVOS	PREGUNTAS PARA LA INDAGACIÓN
Sesión 3 y 4: Los números en los plásticos. Analizar y describir datos de gráficas. Interpretar la información estadística existente en los medios, evaluando su representatividad y confiabilidad. Preparar una encuesta sobre el uso cotidiano que hacemos de los plásticos.	¿Qué nos cuentan las gráficas y datos? ¿Quién nos ofrece esos datos? ¿Nos cuentan la verdad? ¿Son representativos esos datos? ¿Cómo obtener nuestros propios datos y gráficos? ¿Qué podemos concluir tras el análisis de los datos?
Sesión 5: Y después de todo, ¿qué camino eliges? Incentivar a los estudiantes a tener una visión crítica sobre el uso de plásticos y buscar alternativas para disminuir su uso en la vida diaria.	¿Qué estarías dispuesto a hacer para disminuir el uso de los plásticos y contribuir a un desarrollo más sostenible?

Para la evaluación del proceso de aprendizaje, se ha tenido en cuenta tanto el trabajo individual como el colaborativo. La evaluación del trabajo individual se realiza a partir de la revisión del portafolio del alumnado, donde va recogiendo los resultados de sus investigaciones tras la búsqueda de información, recogida de datos, realización de gráficas y tablas y conclusiones. El dossier se entrega al final del proyecto y se utiliza una rúbrica para evaluarlo. Los ítems a evaluar han sido: contenido, presentación, expresión escrita, tiempo de entrega adecuado, competencia y responsabilidad social y autonomía personal. Se ha realizado un análisis DAFO para evaluar el proyecto (Ver tabla 2).

Tabla 2. Análisis DAFO del proyecto.

DEBILIDADES	AMENAZAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Falta de apoyo de otros docentes Inexperiencia del alumnado en trabajo por proyectos Nueva organización del grupo/aula Falta de tiempo en la programación de aula	Dificultad para implicar a otros actores externos de la comunidad educativa Falta de conciencia ambiental en general Burocracia (inclusión en la Programación de curso y de aula) Acuerdo previo del Departamento de Matemáticas para llevar a cabo el proyecto	Motivación del alumnado Espíritu crítico Aula de informática en el centro Acceso a internet Equipo de audio y proyector en el aula de informática Cambio de rutina Diversidad de actividades No supone un coste económico Es un proyecto viable en cualquier nivel educativo	Mejorar la expresión oral de los alumnos Trabajar con metodologías innovadoras Variedad de los recursos didácticos y TIC Exposición pública de los resultados delo proyecto al resto del centro Despertar la curiosidad sobre cuestiones ambientales

Para evaluar el trabajo colaborativo (tanto el mural como la exposición oral) se han utilizado dos rúbricas con una escala 1-4. Se realiza la evaluación por el profesor y la coevaluación. La rúbrica del profesor tiene en cuenta: calidad de la presentación, nivel de conocimientos, actitud, calidad en la exposición, comunicación. La rúbrica para la coevaluación considera: habilidades para la comunicación, nivel de conocimiento del tema, postura corporal y contacto visual, contenido y documentación y organización de la presentación.

CONCLUSIONES

Es necesario despertar el sentido crítico de los jóvenes para que puedan enfrentar los problemas ambienta-

les existentes. Se han alcanzado los objetivos propuestos, la concienciación hacia problemas ambientales, el desarrollo del pensamiento crítico, la búsqueda de resolución de problemas, la implicación con el cambio de actitudes hacia la mejora del cuidado del medio ambiente, el uso de las matemáticas como instrumento para la mejor comprensión de los problemas y la búsqueda de soluciones. En esta propuesta, participan tanto en su proceso de aprendizaje como en su evaluación, para que puedan establecer su propio ritmo de trabajo, aprender a trabajar con autonomía y aprender a aprender.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez-García, O., Sureda-Negre, J. y Comas-Forgas, R. (2015). Environmental Education in Pre-Service Teacher Training: A Literature Review of Existing Evidence. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 17 (1), 72-85.

Frias, J.P.G.L. y Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145-147.

Hamada, T. y Scott, K. (2000). Anthropology and international education via the Internet: A collaborative learning model". *Journal of Electronic Publishing*, *6* (1). Consultado en http://dx.doi.org/10.3998/3336451.0006.105

Jong, T. y van Joolingen, W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179–202.

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (9), 898-921.

Mayer, M. (2003). Nuevos retos para la educación ambiental. Reflexiones sobre Educación Ambiental II. En Jornadas de Educación Ambiental de Cantabria (83-91). Cantabria, España. En: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2003_02mayer_tcm30-163477.pdf

Pedaste, M. and Sarapuru, T. (2006). "Developing an effective support system for inquiry learning in a Web-based environment". *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 22, nº 1, pp. 47–62.

Tam, M. (2000). Constructivism, Instructional Design, and Technology: Implications for Transforming Distance Learning. *Educational Technology and Society*, 3 (2), 50-60.

Tbilisi (URSS), octubre de 1977. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. Informe final. UNESCO.

CF.46 Capacidad predictiva de las emociones anticipadas por los maestros en formación inicial durante el aprendizaje de las ciencias

José María Marcos-Merino, Rocío Esteban Gallego y Jesús Gómez Ochoa de Alda

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas,
Universidad de Extremadura. jmmarcos@unex.es

RESUMEN

Estudios neurofisiológicos han descrito asociaciones entre algunas emociones y distintos procesos cognitivos. Durante los procesos de enseñanza-aprendizaje, estas asociaciones podrían dar lugar a interacciones entre las emociones experimentadas en el aula y el rendimiento académico. En esta investigación se explora, en una muestra de 112 futuros maestros, la asociación entre 10 emociones que esperan sentir durante la realización de una práctica de Biología (emociones anticipatorias) y el rendimiento académico. Los resultados revelan que los participantes que aprendieron más Biología son aquellos que, antes de su realización, esperaban sentir más alegría y nerviosismo, y menos aburrimiento y frustración. Estos resultados sugieren que las emociones anticipatorias pueden tener valor predictivo en el rendimiento académico, respaldando la importancia de considerar las emociones previas en la formación inicial.

Palabras clave: emociones académicas, emociones anticipatorias, rendimiento académico, formación inicial de maestros, didáctica de la Biología.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los dominios cognitivo y afectivo se han estudiado de forma separada, al considerarse los distintos elementos del dominio afectivo (emociones, valores, actitudes…) como elementos acientíficos que se oponían a la objetividad de la ciencia (Mellado *et al*., 2014). Sin embargo, actualmente se considera que las emociones y la cognición contribuyen, conjuntamente y de igual modo, al control del pensamiento de los seres humanos, existiendo una verdadera integración entre ambos. Esto se ha corroborado mediante distintos estudios neurofisiológicos que han mostrado la interdependencia cerebral entre ambos dominios. Estas investigaciones han mostrado que, en el cerebro, las emociones y distintos procesos cognitivos (la memoria, la atención, el lenguaje o la capacidad de resolver problemas) están integrados en áreas críticas para la regulación del flujo de información (Tyng *et al*., 2017).

Esta integración emoción-cognición tiene una alta relevancia en el aprendizaje; sobre todo en disciplinas como las ciencias, que suelen estar ligadas a aumentos de emociones negativas desde finales de la Educación Primaria y, sobre todo, durante la Educación Secundaria y la formación inicial del profesorado (Mellado *et al*., 2014). Por ello, el análisis de las emociones hacia la enseñanza de las ciencias y su relación con el rendimiento académico constituye una de las principales líneas de investigación actuales en didáctica de las ciencias. La integración neurofisiológica entre las emociones y los procesos cognitivos es bidireccional, es decir, ambos dominios están recíprocamente condicionados: las emociones influyen en el aprendizaje, a la vez que este condiciona las emociones (Tyng *et al*., 2017). En base a estas interacciones bidireccionales emociones-aprendizaje se ha propuesto que las emociones anticipatorias (emociones que los alumnos esperan sentir con una actividad, antes de la realización de la misma) pueden tener valor predictivo en relación al rendimiento académico logrado con dicha actividad. De este modo, se ha señalado que una alta intensidad previa de emociones positivas predice buenos resultados de aprendizaje mientras que una alta intensidad previa de emociones negativas predice malos resultados académicos (Pekrun *et al*., 2017; Ruthig *et al*., 2008; Steinmayr *et al*., 2016). Las escasas investigaciones realizadas se han desarrollado con alumnos de distintos niveles educativos, sin existir estudios desarrollados con muestras de profesorado en formación, cuyas emociones hacia las ciencias y su enseñanza son muy relevantes dado que se pueden transferir a sus futuros alumnos (Frenzel *et al*., 2009) y pueden influir en su desempeño profesional (Mellado *et al*., 2014). Por ello, en esta contribución se analizan, en una muestra de maestros en formación inicial de la Universidad de Extremadura, las interacciones entre las emociones anticipatorias previas a una práctica de laboratorio de Biología y el aprendizaje de Biología logrado por los alumnos tras la implementación de dicha actividad.

OBJETIVO

Determinar si las emociones anticipadas por los futuros maestros participantes, antes de la realización de una práctica de laboratorio de Biología, tienen capacidad de predecir el rendimiento académico alcanzado tras su implementación.

METODOLOGÍA

Muestra

La muestra consiste en 112 alumnos (55,36 % mujeres) del tercer curso del Grado en Educación Primaria (Universidad de Extremadura). Respecto a sus estudios previos en Educación Secundaria, un 64,6 % cursó Bachillerato de Ciencias Sociales, un 23% de Ciencias, un 0,9 % de Artes y un 9,7 % accedió a los estudios de Grado mediante Formación Profesional. Estos alumnos fueron informados del carácter voluntario y anónimo de su participación.

Procedimiento e instrumentos

Estos participantes asistieron a un seminario sobre los microorganismos y su didáctica de la asignatura "Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos". Dicha actividad consiste en una práctica de 3 horas en la que se abordan distintos conceptos microbiológicos básicos y su didáctica en Educación Primaria mediante el cultivo microbiano (Marcos-Merino *et al*., 2019).

Respecto a los instrumentos empleados:

- Para determinar las emociones anticipatorias de los participantes ante la práctica de laboratorio de Biología a realizar, antes de la práctica los participantes cumplimentan un cuestionario cuantitativo autoinforme de emociones. El cuestionario empleado incluye 10 emociones: 5 positivas (alegría, confianza, satisfacción, entusiasmo y diversión) y 5 negativas (preocupación, frustración, incertidumbre, nerviosismo y aburrimiento), seleccionadas de entre todas las emociones que los alumnos pueden experimentar durante los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Biología (Mellado *et al*., 2014). Los alumnos, antes de la intervención, autoinforman, siguiendo una escala ordinal de Likert (que oscila desde 1 "no experimentada" a 5 "intensamente experimentada"), sobre la intensidad con la que creían que iban a sentir cada emoción con la realización de una práctica de laboratorio de Biología. Este cuestionario ha sido validado en investigaciones previas en base a sus consistencias interna (análisis factorial) y externa (Marcos-Merino *et al*., 2019).

- Para determinar el nivel conocimientos sobre los microorganismos se emplea un cuestionario de preguntas cerradas de tipo test. Estas preguntas están basadas en concepciones alternativas de Microbiología comunes (Marcos-Merino y Esteban, 2018) y en preguntas del informe TIMSS para 8º grado (2º de ESO). Este cuestionario se implementa antes de la intervención (pretest, para determinar los conocimientos previos de los participantes) y 15 días después de su realización (postest, para establecer los resultados de aprendizaje alcanzados).

Análisis estadístico

Se analizan las interacciones (análisis de correlación) entre la intensidad de las emociones anticipatorias y:

- El conocimiento de Biología posterior a la práctica implementada, que se corresponde con la nota del postest, contestado por los participantes a los 15 días de la intervención.

- El aprendizaje de Biología o conocimiento de Biología adquirido mediante la práctica realizada, que se calcula como la resta entre la nota del postest y la nota del pretest. Para estimar el aprendizaje, se emplea solo aquella parte de la muestra que está en o por debajo del percentil 75 del pretest. De este modo, se eliminan aquellos participantes con un alto nivel de conocimientos previos sobre los contenidos científicos abordados en la intervención.

Dado que los datos no se ajustan a una distribución normal (p-valor<0,05, test de normalidad Kolmogoro-Smirnov y Shapiro-Wilk) se utiliza estadística no paramétrica (correlación de Spearman).

Resultados y discusión

Los resultados de los análisis de correlación entre la intensidad de las emociones anticipatorias, esperada antes de la realización de la actividad práctica de Microbiología, y el rendimiento académico (nota del postest o conocimiento posterior de Biología) y el aprendizaje de Biología (conocimientos de Biología adquiridos) se

recogen en la tabla 1. Estos análisis revelan que la intensidad previa de alegría interacciona positivamente con el conocimiento posterior de Biología (nota del postest) y con el aprendizaje de Biología (diferencia entre la nota del postest y la nota del pretest). No se detectan correlaciones significativas para el resto de las emociones positivas. Respecto a las emociones negativas, las intensidades previas de aburrimiento y frustración interaccionan negativamente con el aprendizaje de Biología (diferencia entre la nota del postest y la nota del pretest), así como con la nota del postest en el caso del aburrimiento. Asimismo, los resultados revelan que la intensidad previa de nerviosismo interacciona positivamente con el conocimiento posterior de Biología (nota del postest) y con el aprendizaje de Biología (diferencia entre la nota del postest y la nota del pretest).

Estas correlaciones detectadas indican que la expectativa de algunas emociones, que los futuros maestros participantes esperan sentir ante la implementación de la práctica de Biología implementada, está relacionada con el nivel de conocimientos de Biología posteriores a la intervención y con el aprendizaje de Biología (conocimientos de Biología adquiridos tras la misma). De manera general, las emociones negativas se relacionan negativamente con el rendimiento académico, mientras que la alegría y el nerviosismo interaccionan con este de manera positiva. Estos resultados indican que aquellos futuros maestros que, antes de la práctica de laboratorio de Microbiología, creían que iban a sentir más alegría y menos emociones negativas, son lo que al final aprenden más Biología. Dentro del comportamiento de las emociones negativas se observa una excepción: el nerviosismo (aquellos alumnos que, antes de la intervención, esperaban sentir más nerviosismo, son los que al final aprenden más Biología). Esta interacción queda reflejada en la recta de regresión lineal entre la expectativa de nerviosismo y el aprendizaje de Biología, figura 1).

Tabla 1. Coeficientes de correlación de la intensidad de las emociones anticipatorias previas a la implementación de la práctica de Microbiología con el nivel de conocimientos de Biología posteriores a su implementación (nota del postest) y con el aprendizaje de Microbiología (calculado como la diferencia entre la nota del postest y la nota del pretest en un subconjunto de datos de la muestra que está en o por debajo del percentil 75 del pretest). En negrita se resaltan las correlaciones significativas (Correlación de Spearman, **p-valor<0,01, *p-valor<0,05).

EMOCIONES ANTICIPATORIAS PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MICROBIOLOGÍA	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CON LA NOTA DEL POSTEST	CORRELACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE BIOLOGÍA
Alegría	**0,249***	**0,187***
Confianza	0,101	0,016
Satisfacción	0,105	0,084
Entusiasmo	0,126	0,040
Diversión	0,185	0,074
Nerviosismo	**0,211***	**0,242***
Aburrimiento	**-0,276****	**-0,228***
Frustración	-0,183	**-0,196***
Preocupación	-0,105	-0,092
Incertidumbre	0,040	0,128

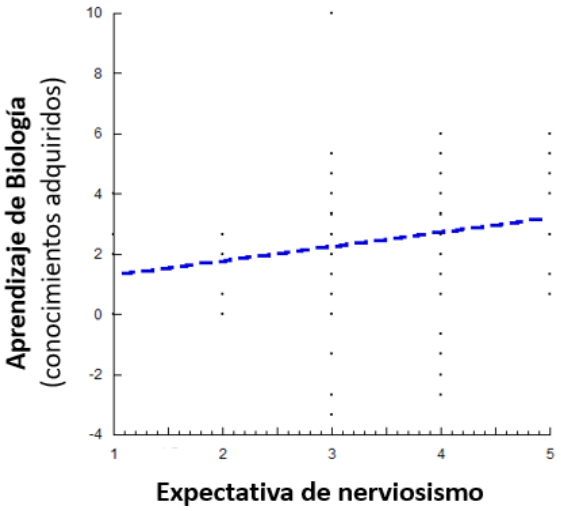


Figura 1. Regresión lineal entre la intensidad previa de nerviosismo y el aprendizaje de Biología (diferencia entre la nota del postest y la nota del pretest en un subconjunto de datos de la muestra que está en o por debajo del percentil 75 del pretest).

Los resultados obtenidos concuerdan con distintos estudios previos (Pekrun *et al*., 2017; Ruthig *et al*., 2008) que han mostrado que una alta intensidad de emociones anticipatorias positivas (en concreto el entusiasmo, el orgullo y la ilusión) predice buenos resultados de aprendizaje. Las correlaciones detectadas para la expectativa de alegría concuerdan con estos trabajos, aunque no se han detectado asociaciones para el resto de emociones positivas analizadas (tampoco para el entusiasmo, emoción estudiada tanto en estas investigaciones previas como en el presente trabajo). Por otro lado, en relación a las emociones negativas, los resultados obtenidos concuerdan con otras investigaciones previas (Pekrun *et al*., 2017; Steinmayr *et al*., 2016) que han mostrado que una alta intensidad previa de emociones anticipatorias negativas (como el aburrimiento o la preocupación) predice malos resultados de aprendizaje. Particularmente las correlaciones detectadas en esta contribución para el aburrimiento y la frustración concuerdan con los resultados de estos trabajos. Sin embargo, las correlaciones detectadas para el nerviosismo son de signo opuesto, es decir, una alta intensidad previa de esta emoción está relacionada con un mayor nivel de conocimiento de Biología posterior y con más aprendizaje de Biología. Esta relación positiva detectada para el nerviosismo previo concuerda con la visión actual de las emociones académicas, según la cual su efecto sobre el rendimiento académico no depende exclusivamente de la valencia, positiva o negativa (Pekrun, 2014). Según este investigador, aunque de manera general, las emociones positivas favorecen el aprendizaje y las negativas lo limitan, esta influencia no siempre se cumple. Además de la valencia, influyen otros factores como la intensidad, el efecto respecto a la activación (que sean emociones estimulantes o depresoras) y que dichas emociones estén causadas por los procesos de enseñanza-aprendizaje (contenidos, metodologías, actividades y tareas…), y no por otros factores (como los compañeros, el docente u otros factores ajenos al proceso educativo). El nerviosismo es una emoción negativa estimulante, emociones que, experimentadas con una determinada intensidad, aumentan los niveles de atención de los alumnos y su motivación de logro (por ejemplo, ante un examen), pudiéndose asociar positivamente con los resultados de aprendizaje (D'Mello *et al*., 2014). Esta interacción positiva nerviosismo-aprendizaje está respaldada por estudios neurofisiológicos recientes que han mostrado que un poco de nerviosismo puede aumentar los niveles de atención (Tyng *et al*., 2017).

Los resultados obtenidos en esta investigación ponen de manifiesto la necesidad de considerar las emociones anticipatorias de los futuros maestros a la hora de implementar con estas actividades científicas en el aula o en el laboratorio. En concreto, revelan la necesidad de fomentar, de manera general, un clima emocionalmente positivo ante la implementación de actividades de ciencias con los estudiantes de los Grados en Educación

Primaria. Sin embargo, los resultados en relación al nerviosismo revelan que el efecto de las emociones en el rendimiento académico no es siempre univalente. Por tanto, algunas emociones negativas previas (sobre todo estimulantes), y experimentadas con una determinada intensidad, podrían tener un valor positivo en relación al aprendizaje.

CONCLUSIONES

Las emociones anticipatorias, esperadas por los maestros en formación inicial ante la realización de la práctica de Biología implementada, pueden tener valor predictivo en el rendimiento académico (nivel de conocimientos de Biología posterior) y en el aprendizaje de Biología (conocimientos de Biología adquiridos): los futuros maestros con mayores niveles de conocimiento de Biología posteriores y que aprenden más Biología, tras la implementación de la actividad práctica de Biología, son aquellos que, antes de su realización, esperaban sentir, de manera general, más emociones positivas (alegría) y menos emociones negativas (aburrimiento y frustración). Asimismo, el nerviosismo (emoción negativa estimulante) muestra un comportamiento inverso que el resto de emociones negativas: altas intensidades previas de nerviosismo se asocian positivamente con el aprendizaje de Biología.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto EDU2016-77007-R del Ministerio de Ciencia e Innovación y por la ayuda a grupos GR18004 de Junta de Extremadura y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R. y Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, *29*, 153-170. DOI: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.003

Frenzel, A., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R. y Sutton, R. (2009). Emotional transmission in the classroom: exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of educational psychology*, *101*(3), 705-716. DOI: https://doi.org/10.1037/a0014695

Marcos-Merino, J. M. y Esteban, R. (2018). Ideas alternativas sobre Biología de los maestros en formación: implicaciones de su presencia. *Campo Abierto: Revista de Educación*, *36*(2), 169-176. DOI: https://doi.org/10.17398/0213-9529.36.2.167

Marcos-Merino, J. M., Esteban, R. y Ochoa de Alda, J. A. G. (2019). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *16*(1), 1602. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1602

Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L .V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez-Borreguero, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 11-36. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478

Pekrun, R. (2014). Emotions and learning. Ginebra: International Academy of Education/ International Bureau of Education.

Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K. y Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child development*, *88*(5), 1653-1670. DOI: https://doi.org/10.1111/cdev.12704

Ruthig, J. C., Perry, R. P., Hladkyj, S., Hall, N. C., Pekrun, R. y Chipperfield, J. G. (2008). Perceived control and emotions: Interactive effects on performance in achievement settings. *Social Psychology of Education*, *11*(2), 161–180. DOI: https://doi.org/10.1007/s11218-007-9040-0

Steinmayr, R., Crede, J., McElvany, N. y Wirthwein, L. (2016). Subjective well-being, test anxiety, academic achievement: Testing for reciprocal effects. *Frontiers in psychology*, *6*, 1994. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01994

Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. y Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in psychology*, *8*, 1454. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454

CF.47 Evaluación del paso a la acción tras un programa formativo de activismo colectivo basado en la indagación científica con profesorado en formación inicial

Daniel Cebrián-Robles [1], Enrique España-Ramos [2] y Pedro Reis [3]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga.
Email: dcebrian@uma.es
[2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga.
[3] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Lisboa

RESUMEN

Se describe la puesta en práctica y evaluación de un programa formativo sobre activismo colectivo basado en la indagación científica llevado a la práctica con 91 estudiantes del grado de primaria en la Universidad de Málaga. El programa consta de tres fases: 1) análisis de un vídeo como ejemplo de sensibilización; 2) planteamiento e indagación de un problema local; 3) creación y proyección de vídeos activistas. La evaluación del programa fue realizada mediante un cuestionario para conocer la percepción del alumnado sobre su capacidad de actuar en la sociedad frente a problemas locales. Los resultados del cuestionario mostraron que lo que más puntuó el alumnado fue que se sentía capaz de buscar información sobre problemas sociales relacionados con la ciencia; sin embargo, como menos puntuado, no encontró a sus colegas involucrados en acciones para contribuir a problemas sociales.

Palabras clave: activismo; indagación; vídeos; profesorado en formación inicial de primaria

INTRODUCCIÓN

La actual globalización en la que se ve involucrada la sociedad exige una ciudadanía reflexiva y crítica sobre los frecuentes e importantes cambios en ámbitos científicos, tecnológicos, sociales, políticos, económicos y culturales (Carter, 2008). Es por ello que, desde la enseñanza de las ciencias, es importante hacer posible y visibilizar proyectos educativos que permitan dar un paso más allá de los aprendizajes del aula y transferir las ideas y las acciones a la sociedad. Proyectos como «We Act» (Reis, 2014; Reis y Tinoca, 2018) persiguen crear un marco para formar a ciudadanos y ciudadanas competentes a través del activismo colectivo basado en la investigación científica. Una de las finalidades de este proyecto es el desarrollo, utilización y análisis de metodologías y materiales didácticos que permitan apoyar o asesorar al profesorado y alumnado en la realización de acciones reflexionadas sobre problemas sociales, pero que tengan una estrecha relación con la ciencia y el medio ambiente (problemas socio-científicos y socio-medioambientales). El activismo contribuye a la promoción de un aprendizaje basado en la indagación poniendo el foco en contextos controvertidos reales y estimula la participación del alumnado en la resolución de problemas democráticos y colectivos (Carter y Martin, 2017). Es necesaria una formación inicial del profesorado que desarrolle una experiencia en habilidades educativas que integre la ciencia con el uso de la tecnología para resolver problemas sociales y se proponga y anime a dar un paso a la acción colectiva y ciudadana (Bencze, Alsop y Bowen, 2009).

Los enfoques basados en la producción y divulgación de vídeos pueden ser bastante poderosos para desarrollar el activismo colectivo sobre problemas socio-científicos y socio-medioambientales (Marques y Reis, 2017). En los últimos años en la web se ha producido una importante aumento de la difusión de vídeos. En el año 2016 el vídeo suponía aproximadamente el 80% del tráfico de datos y está previsto que el crecimiento siga en aumento (Cisco, 2017). YouTube es una de las plataformas más visitadas por la cantidad de vídeos que contiene, por lo que puede ser útil para democratizar y transformar la pedagogía y usarse como un medio activista (Kellner y Kim, 2010). El objetivo de este trabajo es conocer cuál es la percepción que tiene el profesorado en formación inicial del grado de primaria (PFI) sobre su capacidad para actuar en la sociedad y poder plantear soluciones a problemas sociales, tras la puesta en práctica de un programa formativo activista colectivo basado en la indagación científica (en adelante ACBIC) de problemas locales, que utiliza los vídeos como herramienta de difusión y visibilización de dichos problemas.

METODOLOGÍA

Este trabajo ha sido desarrollado con 91 PFI dentro de la asignatura de Enseñanza de las Ciencias de tercero del Grado de Educación Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga (España) durante el curso 2017-18. Para ello fueron necesarias 3 sesiones de 2 horas de duración cada una durante las cuales se introdujo a los alumnos en la realización de iniciativas de activismo con el recurso del vídeo. La actividad se desarrolló en tres fases y cada una de estas se corresponde con una sesión: en la primera fase, se perseguía mostrar un ejemplo de vídeo ya elaborado para analizarlo con los estudiantes sobre el problema de la minería ilegal en Venezuela; en una segunda fase, el alumnado en pequeños equipos de trabajo presentó el planteamiento de un problema local y realizó una indagación para buscar las causas-consecuencias, los actores implicados en la problemática, definir cuál es la controversia, así como la posición del equipo en esta y tratar de aportar soluciones; en una tercera fase, se realizó por parte del PFI una producción de vídeos siguiendo un guión a partir de los problemas sobre los que han trabajado. Por último, los vídeos fueron proyectados y evaluados en clase.

Fase I. Presentación de un vídeo sobre la minería ilegal en Venezuela como ejemplo de sensibilización

Se mostró un vídeo sobre "la minería ilegal en la Amazonia venezolana"[1], creado por estudiantes de pedagogía de la Universidad Central de Venezuela en cooperación con la Universidad de Málaga (Cebrián-Robles, Blanco-López y Noguera-Valdemar, 2016). La tarea consistía en visionar el vídeo en el aula de informática y, de manera individual, seleccionar fragmentos que el PFI podía subrayar a través de anotaciones sobre el vídeo utilizando la aplicación CoAnnotation[2]. Se tenía que responder a cuatro cuestiones (etiquetas):

1. Identifica el problema de la minería ilegal en Venezuela.
2. Identifica la propuesta de solución que consideres más adecuada para resolver el problema o aporta tu propia solución.
3. Identifica las pruebas que justifiquen que existe tal problema a lo largo del vídeo.
4. Incluye las mejoras posibles que se le pueda hacer al vídeo de cara a sensibilizar a un mayor número de personas.

Fase II. Planteamiento e indagación de un problema local

La segunda fase comienza con una actividad grupal (de cinco o seis estudiantes cada grupo) de elección e indagación sobre un problema. Esta tenía varios momentos:

1. Un primer momento en el que de forma individual en clase se indagaba posibles problemas sociales locales relacionados con la ciencia
2. Una puesta en común dentro de los grupos para seleccionar uno de los problemas propuestos por los componentes del grupo.
3. Un debate en clase sobre los diferentes problemas, su relevancia para la sociedad y cuál es su conexión con la ciencia.
4. La preparación de un informe grupal, para realizar en casa, que incluía un breve enunciado del problema, una justificación de su repercusión, sus posibles causas, la explicación de la controversia y la posición del grupo en ella, las partes de interés, la conexión con la ciencia y algunas pruebas de la existencia del problema. También había que incluir una propuesta de solución al problema tras un proceso de indagación.

Fase III. Creación y proyección de vídeos activistas

En esta fase, cada grupo tenía que producir un vídeo a partir del problema sobre el que habían indagado en la fase anterior con la intención de sensibilizar a la población sobre ese problema. Para ello, se le había pedido que realizara un guión con la estructura que iba a tener el vídeo. Posteriormente, con la ayuda de dispositivos móviles y/o ordenadores accedieron a una e-rúbrica Corubric[3] para evaluar los vídeos producidos por los diferentes grupos.

1 Página web: https://www.youtube.com/watch?v=KdQzs3IoCWM

2 Página web: https://coannotation.com/

3 Página web: https://corubric.com/

Recogida y análisis de datos

Al final del programa formativo el PFI se cumplimentó un cuestionario, que estaba validado y tenía una fiabilidad de 0,804 (Marques y Reis, 2017), para conocer cuál es la percepción del alumnado de su capacidad para pasar a la acción. Este cuestionario fue desarrollado por Marques y Reis (2017) y consta de doce preguntas que son puntuadas con una escala Likert de 1 a 5.

Por un lado, las respuestas de los estudiantes a las preguntas de este cuestionario han sido analizadas mediante la media aritmética y la desviación típica, para conocer cuáles son las preguntas del cuestionario más puntuadas. Por otro lado, se ha calculado cuál es el porcentaje de la percepción que tiene el PFI sobre su capacidad para actuar en la sociedad y poder plantear soluciones a problemas sociales con el sumatorio de todos los puntos de la escala Likert para todos los ítems del cuestionario dividido entre el total de puntos máximos que se podría haber adquirido al puntuar todas las preguntas (5 x 12 = 60 puntos). Se ha categorizado en cinco niveles: muy bajo, cuando el porcentaje es menor que el 20%; bajo, cuando el porcentaje está entre el 20% y el 40%; medio, cuando el porcentaje está entre el 40% y el 60%; alto, cuando el porcentaje está entre el 60% y el 80%; y muy alto, cuándo es mayor que 80%.

Resultados

Una vez realizado el programa formativo y obtenidas las respuestas del PFI al cuestionario de la percepción de la capacidad de pasar a la acción en la sociedad, se ha analizado la media y desviación típica para cada uno de los ítems del cuestionario (tabla 1).

Tabla 1. Preguntas al cuestionario y la media y desviación típica de las puntuaciones Likert

PREGUNTA	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
1. Me implico en acciones/iniciativas con el fin de contribuir a la solución de problemas sociales que me preocupan.	3,73	1,05
2. Mis colegas se involucran en acciones/iniciativas destinadas a contribuir a resolver los problemas sociales que les preocupan.	3,25**	0,98
3. Soy capaz de influir en las decisiones de mis compañeros en los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	3,65	0,77
4. Tengo poder para influir en las decisiones de los demás ciudadanos, acerca de los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	3,53	0,86
5. Si me uno a mis compañeros, adquirimos el poder de influir en las decisiones de las otras personas acerca de los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	4,05	0,70
6. Sé buscar información acerca de los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	4,29*	0,76
7. Soy capaz de tomar decisiones sobre problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	4,04	0,87
8. Siento que tengo el deber de participar en las actividades o iniciativas que benefician a la comunidad donde yo vivo.	4,18	0,75
9. Siento que tengo el deber de participar en las actividades o iniciativas que contribuyan a la resolución de los problemas mundiales.	3,91	0,85

PREGUNTA	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
10. Tengo el deber de participar en las actividades o iniciativas que contribuyan a la resolución de problemas locales de la comunidad en la que vivo.	4,14	0,85
11. Creo que tengo los medios necesarios para tomar iniciativas que contribuyan a la solución de problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	3,54	0,91
12. Conozco maneras de influir en las decisiones de los ciudadanos sobre los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.	3,49	0,96

* **la** puntuación promedio más alta; ** la puntuación promedio más baja

En esta tabla 1 se puede ver que la puntuación promedio más alta de 4,29 sobre 5 coincide con el ítem del cuestionario «sé buscar información acerca de los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente», además, con una desviación típica que está por debajo de 1, por lo que indica que la mayor parte de este PFI tiene esta puntuación promedio entre 4 (40,66%) y 5 (45,05%), siendo el resto 14,29% menor de 4. Sin embargo, el ítem «2. Mis colegas se involucran en acciones/iniciativas destinadas a contribuir a resolver los problemas sociales que les preocupan.» fue el menos puntuado con 3,25 sobre 5 y con una desviación típica cercana a 0,98, estando concentrado este promedio entre el PFI que puntuó con 3 (40,66%) y 4 (31,87%), siendo el resto 27,47% con puntuación distinto a 3 y 4.

Se calculó el porcentaje de la percepción de la capacidad de actuación social del PFI tras realizar el programa formativo sobre activismo (figura 1).

Figura 1. Niveles de la percepción de la capacidad de actuación social del PFI tras el activismo

Según la figura 1, un 95,6% del PFI terminó el programa formativo sobre ACBIC con una alta percepción sobre su empoderamiento y capacidad para actuar en la sociedad y producir cambios, uno de los objetivos fijados por este programa formativo.

Algunos de los comentarios que hizo el PFI al terminar el programa a la pregunta de «comentarios sobre el programa formativo de ACBIC» fueron: "La actividad ha sido muy motivadora, además, el elemento del vídeo es un buen recurso para apreciar el problema que está sucediendo en nuestra provincia." (Estudiante 301W, con nivel muy alto en la percepción activista); "Solo decir que ha sido una actividad muy interesante y que considero muy útil para contribuir a formar mejores personas más concienciadas con los problemas que hay en nuestro planeta." (Estudiante 094D, con nivel alto en la percepción activista); y, entre otras, "Gran metodología novedosa e integradora." (Estudiante 311P, con nivel alto en la percepción activista).

CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio preliminar del programa formativo en ACBIC ha terminado con una alta percepción por parte del alumnado que se sintió más empoderado para poder pasar a la acción y contribuir a los debates democráticos ciudadanos aportando soluciones (Reis y Tinoca, 2018). Se destaca que el PFI termina el programa formativo valorando que sabe buscar información acerca de los problemas sociales relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente. No obstante, más trabajos como este deben de perfeccionar el programa para poder incidir en la percepción de poder cambiar la capacidad de actuar, no solo del PFI, sino de poder involucrar a sus amistades más cercanas a un cambio de percepción, que es uno de los aspectos que recibió menos puntuación tras realizar el programa formativo. También, se puede continuar este trabajo con su transferencia a la práctica, por parte del PFI, a través del diseño y puesta en práctica de las actividades ACBIC en los colegios al realizar el prácticum.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto «Coordinación del profesorado para la construcción de instrumentos de evaluación para el desarrollo de un programa formativo basado en el activismo científico y tecnológico educativo con TIC» financiado por la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga y del proyecto I+D de Excelencia (CPAIM) (EDU2017-82197-P) financiado por MINECO 2017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bencze, J. L., Alsop, S. y Bowen, G. M. (2009). Student-teachers' inquiry-based actions to address socioscientifc issues. *Journal for Activist Science & Technology Education*, *1*(2), 78-112.

Carter, L. (2008). Globalization and science education: The implications of science in the new economy. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(5), 617–633.

Carter, L. y Martin, J. (2017). «I Had to Take Action Straight Away.» Preservice Teachers' Accounts of Pro-environmental Action. En L. Bencze (Ed.), *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments: STEPWISE* (pp. 523-537). Cham: Springer International Publishing.

Cebrián-Robles, D., Blanco-López, Á., y Noguera-Valdemar, J. (2016). El uso de anotaciones sobre vídeos en abierto como herramienta para analizar las concepciones de los estudiantes de pedagogía sobre un problema ambiental. *CIDTFF - Indagatio Didactica*, *8*(1), 158–174.

Cisco, V. N. (2017). Cisco Visual Networking Index: Forecast and methodology, 2016-2021. *Technical Report, Cisco, Tech.Rep.* http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.pdf

Kellner, D., y Kim, G. (2010). YouTube, Critical Pedagogy, and Media Activism. *Review of Education, Pedagogy, and Cultural Studies*, *32*(1), 3–36.

Marques, A. R., y Reis, P. (2017). Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, *14*(1), 215–226.

Reis, P. (2014). Acción Socio-Política sobre Cuestiones Socio-Científicas: Reconstruyendo la Formación Docente y el Currículo. *Uni-Pluri/versidad*, *14*(2), 16.

Reis, P., y Tinoca, L. (2018). A avaliação do impacto do projeto "We Act" nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência E Tecnologia*, *11*(2), 214–232.

CF.48 Estudio cualitativo mediante cuestiones abiertas para la exploración de modelos alternativos de física de ondas en estudiantes de ingeniería

José Luis López-Quintero[1], Alfonso Pontes-Pedrajas, Marta Varo-Martínez

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Córdoba. [1] f92loquj@uco.es

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados obtenidos tras analizar quince cuestiones abiertas relativas a física de ondas. Estas pertenecen a la primera fase de un estudio más amplio —de varios años de duración— cuya finalidad es estudiar los modelos alternativos presentes en los alumnos de primer curso de ingeniería acerca de dicha materia. Este estudio tiene un carácter exploratorio y su objetivo es contrastar otros cuestionarios que se han usado a lo largo del proyecto en distintos años. Además de los resultados mencionados, se muestra una descripción a modo de resumen de las distintas fases que componen el estudio global del cual este trabajo forma parte.

Palabras clave: física de ondas; enseñanza superior; modelos en ciencia.

INTRODUCCIÓN

A menudo se encuentran diferencias entre la interpretación personal que los alumnos hacen de conceptos tratados en las aulas y la explicación científica de los mismos (McDermott, 1993). De igual manera, la resolu-

ción de problemas con frecuencia termina convirtiéndose en un proceso algorítmico donde los estudiantes no comprendan el por qué de los pasos necesarios para su resolución (Kim y Pak, 2002). Es por eso que se justifican las investigaciones destinadas a entender los modelos mentales de los estudiantes para favorecer su progresión hacia modelos más acordes con la perspectiva científica (Oliva, 2019).

MODELOS EN FÍSICA ONDULATORIA

Las ondas y su propagación son un tema de gran interés para el aprendizaje global de la física. Mediante su estudio se pueden explicar numerosos fenómenos físicos presentes tanto en el campo experimental como en la vida cotidiana, como pueden ser la luz o el sonido. Asimismo, son de utilidad en diversas ramas de la ingeniería y la tecnología por sus múltiples aplicaciones en el estudio de materiales, aplicaciones de la electrotecnia, telecomunicaciones, etc. Es por este motivo por el cual se considera útil indagar en los modelos alternativos presentes en los estudiantes, con el objetivo de elaborar herramientas didácticas que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta materia.

Entre la literatura que trata una temática similar se recoge como los estudiantes presentan modelos alternativos y concepciones no científicas relacionadas con este campo de la física (Welti, 2002; Periago, Pejuan, Jaen y Bohigas, 2009; Barniol y Zavala, 2016). Entre algunas de estas dificultades se encuentran modelos alternativos en la interpretación de la propagación de las ondas. Por ejemplo, que estas viajan a distintas velocidades según sus parámetros e independiente del medio en el cual se propagan (Wittmann, 2002). Asimismo, se observa como los alumnos piensan que una onda se propaga como si se tratara de un objeto físico. Por consiguiente asocian a las ondas —especialmente a los pulsos— propiedades similares a cuerpos que chocan elásticamente o transportan masa (Periago et al., 2009).

METODOLOGÍA

Contexto de este estudio

Este trabajo forma parte de un estudio más amplio cuyo objetivo es analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física ondulatoria en alumnos de primer curso del grado de Ingeniería Eléctrica. Prestando una mayor atención en los modelos alternativos presentes en los estudiantes de nuevo ingreso. El presente artículo muestra únicamente los resultados de un estudio previo cuya finalidad es obtener información de tipo exploratorio. La misma se ha usado para la elaboración de los instrumentos de recogida de datos que se han utilizado en las siguientes fases del proyecto, las cuales se describen a continuación (López-Quintero, Pontes-Pedrajas y Varo-Martínez, 2017; López-Quintero, Pontes-Pedrajas y Varo-Martínez, 2018).

En una fase exploratoria inicial (E_0) desarrollada en el curso académico 2014-15, cuyos resultados se muestran en la siguiente sección, se invitó a los alumnos a cumplimentar un conjunto de cuestiones abiertas sobre ondas, antes de desarrollar en clase el tema de física ondulatoria. El objetivo era obtener datos que nos permitieran elaborar, contrastar y validar los cuestionarios de las siguientes fases de este proyecto de investigación.

En el curso siguiente 2015-16 se llevó a cabo formalmente la primera fase del proyecto, realizando un estudio (E1), usando varios cuestionarios complementarios con preguntas del tipo verdadero o falso y de opción múltiple, orientadas a recoger datos sobre los modelos mentales acerca ondas que poseen los alumnos que finalizan los estudios de bachillerato e inician el primer curso de una carrera científico-técnica. Centrando las preguntas de tales cuestionarios en los aspectos del tema que presentan mayores dificultades de aprendizaje significativo.

En la segunda y la tercera fase del proyecto se han realizado dos estudios empíricos consecutivos (E2 y E3), enfocados en recoger datos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje que se realiza al aplicar una propuesta metodológica basada en actividades de reflexión y en el uso de recursos interactivos multimedia tales como

los Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI). Ambas fases comparten el mismo grupo de alumnos como participantes y se han realizado en el curso académico 2016-17. El motivo por el cual se han diferenciado los estudios de esta fase es que los datos de estudio E2 se han recogido durante el desarrollo de la unidad didáctica en el aula, mientras que los datos del estudio E3 se han obtenido al finalizar el proceso de instrucción.

Participantes

En el estudio exploratorio inicial (E_0) que se describe en este trabajo, han participado 32 estudiantes (81,3 % alumnos y 18,7 % alumnas) que cursaron la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería II, en el 2º cuatrimestre del primer curso de Ingeniería Eléctrica en el año académico 2014-15. El grupo de clase original era mayor, pero se han seleccionado solamente los estudiantes que han cumplimentado voluntariamente el cuestionario completo durante una hora de clase. Todos los participantes son de nuevo ingreso o repiten 1º curso de universidad, pero han cursado estudios de física general en el año anterior.

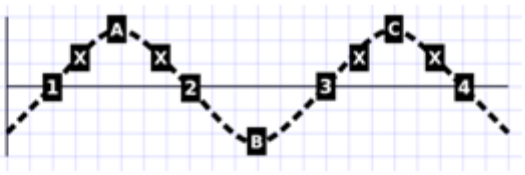
Instrumento de recogida de datos

Las respuestas de los alumnos durante la fase exploratoria se han recogido mediante un cuestionario compuesto por 15 preguntas abiertas que cubren diversos tópicos relacionados con las ondas y su propagación, tales como: propiedades y fenómenos generales de las ondas, propagación del movimiento ondulatorio en diversos medios, fenómenos ondulatorios básicos, ondas electromagnéticas y ondas sonoras. El formato del cuestionario se ha presentado en papel y en cada cuestión se ha pedido a los estudiantes que razonen sus respuestas. Por limitaciones de espacio no se pueden analizar en este trabajo los resultados de las quince cuestiones, de modo que se ha realizado una selección de 5 ítems, cuyos enunciados se muestran en el cuadro 1. Otros ejemplos de ítems del citado cuestionario se recogen en el Anexo 1 y los resultados de tales ítems se analizarán en un trabajo posterior más amplio.

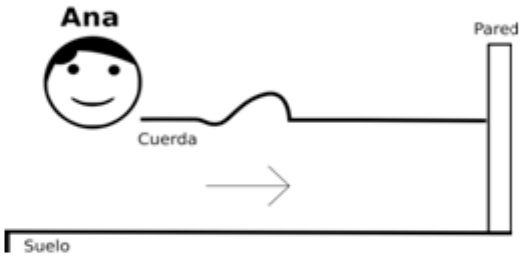
Tratamiento de datos

Los resultados del cuestionario han sido analizados mediante un análisis de frecuencias simple. Para el vaciado de la información se ha separado cada respuesta individual en unidades simples de información y se han ordenado en una tabla de doble entrada agrupando por una parte aquellas sentencias que corresponden al mismo modelo y por otra la identidad del alumno que la ha realizado. De este modo se pueden obtener las frecuencias de los modelos alternativos. Debido a que la muestra es pequeña no se han estudiado las correlaciones entre las respuestas a distintas preguntas.

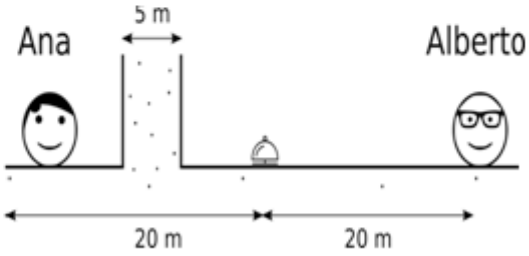
Q1. En la siguiente figura se representa una onda armónica. ¿Los puntos (1) y (2) están en fase? Indicar si es Verdadero ( ) o Falso ( ) y razonar la respuesta.



Q3. Una cuerda tensa está atada a una pared lejana. Ana mueve su mano hacia arriba y luego hacia abajo y crea un pulso que se propaga hacia la pared y la alcanza en un determinado intervalo de tiempo T ¿Qué tendría que hacer Ana con la cuerda para que el pulso llegara antes a la pared? Razonar la respuesta

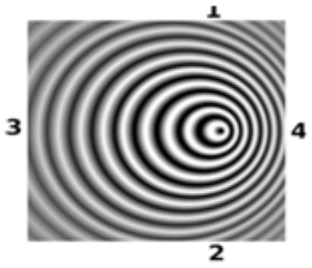


Q5. Ana y Alberto se encuentran en distintas habitaciones de un hotel con paredes de hormigón de 5 metros. En la habitación de Alberto hay un timbre cuyo sonido puede oírse en todo el hotel. Ambos se encuentran a la misma distancia de 20 metros del timbre. Si el timbre empieza a sonar. ¿Quién escuchará antes el sonido Ana ( ) o Alberto ( )? Razonar la respuesta.



Q9. De la interferencia de ondas de radio podemos decir que se produce cuando tales ondas pierden calidad al propagarse en el aire. Indicar si esta afirmación es Verdadera ( ) o Falsa ( ) y razonar la respuesta.

Q15. Se observa el siguiente movimiento ondulatorio en un estanque en calma. Podemos decir que las ondas se propagan a la misma velocidad de la fuente hacia el punto 3 que de la fuente hacia el punto 4. Indicar si esta afirmación es Verdadera ( ) o Falsa ( ) y razonar la respuesta.



Cuadro 1. Enunciados e imágenes de de las cuestiones analizadas en este trabajo

RESULTADOS

En este apartado se comentan los resultados de las cuestiones incluidas en el cuadro 1, en las que se han apreciado un porcentaje alto de modelos de pensamiento alternativo y dificultades de aprendizaje de los modelos científicos en la etapa educativa anterior.

En la primera cuestión se pide a los alumnos que describan el concepto de fase en ondas periódicas mediante gráficas como la mostrada en la figura adjunta al enunciado de Q1 (en el cuadro 1). Hemos observado que tres de cada ocho participantes identifican de alguna manera que una onda periódica empieza a repetirse cuando llega de nuevo a la misma amplitud, es decir con fases correspondiente a $\pi/2$ o π y no 2π. Por ejemplo, en la figura, en los puntos marcados con "x" estarían en fase, así como los puntos "1" y "2" estarían también en fase.

En la tercera cuestión se plantea a los estudiantes qué se puede hacer para que una onda se propague más

rápidamente por una cuerda tensa. Al analizar los resultados observamos como una cuarta parte de los participantes responden correctamente afirmando que al aumentar la tensión de la cuerda aumentará la velocidad. Por otra parte, también encontramos un porcentaje similar al anterior de argumentaciones donde los alumnos afirman que la velocidad de propagación depende de las características de la onda y no de las propiedades del medio. Entre éstas se encuentran la idea de "tirar con más fuerza hacia arriba y hacia abajo" o la de "mover la mano más arriba y abajo"

En la quinta cuestión se plantea que una chica y un chico se encuentran en distintas habitaciones de un hotel con paredes de hormigón de 5 metros. En la habitación del joven hay un timbre cuyo sonido puede oírse en todo el hotel. Ambos se encuentran a la misma distancia de 20 metros del timbre. Si el timbre empieza a sonar quién escuchará antes su sonido. La pregunta se acompaña de la figura adjunta a la pregunta Q5 (incluida en el cuadro 1). Entre las respuestas se encuentra que el 25% de los estudiantes encuestados creen que ambos jóvenes escucharán el sonido del timbre al mismo tiempo. Asimismo observamos que casi un tercio de los estudiantes creen que la chica escuchará el sonido más tarde.

En la novena cuestión los alumnos deben exponer sus ideas sobre la naturaleza de las interferencias de ondas de radio indicando si les parece verdadero o falso que la interferencia de ondas de radio se produce cuando tales ondas pierden calidad al propagarse en el aire. Entre las respuestas analizadas encontramos que una cuarta parte de los participantes afirman que es cierta dicha proposición. También apreciamos que algo más de un tercio de los sujetos usan al modelo científico argumentando que la interferencia no depende del aire sino de otras ondas de radio "que se cruzan".

Finalmente la última cuestión, relacionada con el Efecto Doppler, se refiere a un foco móvil de ondas mecánicas que se transmiten en la superficie en calma de un estanque (ver figura adjunta a Q15 en el cuadro 1). Tras analizar las respuestas encontramos que más de dos quintas partes de la muestra consideran que la velocidad de propagación de una onda es independiente del medio en el cual se propaga.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han analizado las respuestas de varias preguntas sobre fenómenos ondulatorios, incluidas en un pretest más amplio de cuestiones abiertas, realizado por alumnos de primer curso de Ingeniería, antes del estudio de este tema a nivel universitario. Su finalidad es analizar las deficiencias de aprendizaje previo sobre física ondulatoria y detectar los posibles modelos mentales alternativos de los estudiantes al responder a cuestiones relativas a las ondas y su propagación.

Hemos encontrado que algunos estudiantes muestran dificultades para describir cuándo empieza a repetirse una onda periódica. Asimismo, bastantes estudiantes consideran que la velocidad de una onda depende de las características de la misma y no de las propiedades del medio. Este modelo de pensamiento se aprecia también al observar como algunos estudiantes piensan que si una fuente se mueve en una dirección las ondas se propagan a mayor velocidad en esa misma dirección.

Con respecto al sonido, algunos alumnos piensan que los medios más densos propagan las ondas sonoras a menor velocidad. Por otra parte, se encuentran quienes creen que la velocidad del sonido es independiente del medio.

Podemos concluir, por tanto, que los estudiantes de primer curso de universidad utilizan modelos mentales alternativos acerca de la física ondulatoria. Se considera, por tanto, una base desde donde construir futuros formularios orientados a la detección de modelos alternativos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas conclusiones no pueden considerarse por ahora como generalizables porque derivan de un estudio piloto de carácter exploratorio, con una muestra reducida de estudiantes. Por ello, consideramos necesario seguir investigando en esta temática y utilizar nuevos instrumentos de análisis de las dificultades de aprendizaje

de los alumnos sobre ondas, basados en los resultados de este estudio. Por otra parte, nos parece necesario poner en práctica propuestas metodológicas que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, tomando como punto de partida los modelos mentales previos de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barniol, P., & Zavala, G. (2016). Mechanical waves conceptual survey: Its modification and conversion to a standard multiple-choice test. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010107. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010107

Kim, E. y Pak, S. J. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal of Physics*, 70(7), 759-765. https://doi.org/10.1119/1.1484151

López-Quintero, J.L., Pontes-Pedrajas, A. y Varo-Martínez, M. (2017). Elaboración de un cuestionario para la detección de concepciones alternativas mediante Sistemas de Respuesta Inmediata. *EDUNOVATIC 2017, II Congreso Virtual Internacional sobre Educación, Innovación y TIC*. (pp.250-257). ISBN 978-94-92805-02-7

López-Quintero, J.L., Pontes-Pedrajas, A. y Varo-Martínez, M. (2018). Uso de sistemas de respuesta inmediata para explorar las ideas previas de los estudiantes universitarios sobre modelos de ondas. *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: iluminando el cambio educativo.* (pp73-78). ISBN 978-84-9749-688-9

McDermott, L. C. (1993). Guest comment: How we teach and how students learn-A mismatch? *American Journal of Physics*, 61(4), 295-298. DOI: https://doi.org/10.1119/1.17258

Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648

Periago, C., Pejuan, A., Jaen, X., & Bohigas, X. (2009, June). Misconceptions about the propagation of sound waves. In *2009 EAEEIE Annual Conference* (pp. 1-6). IEEE. https://doi.org/10.1109/EAEEIE.2009.5335478

Welti, R. (2002). Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 261-270. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/1564

Wittmann, M. C. (2002). The object coordination class applied to wave pulses: Analysing student reasoning in wave physics. *International Journal of Science Education*, 24(1), 97-118. https://doi.org/10.1080/09500690110066944

ANEXO 1:

Otras preguntas sobre ondas integradas en el cuestionario de conocimientos previos

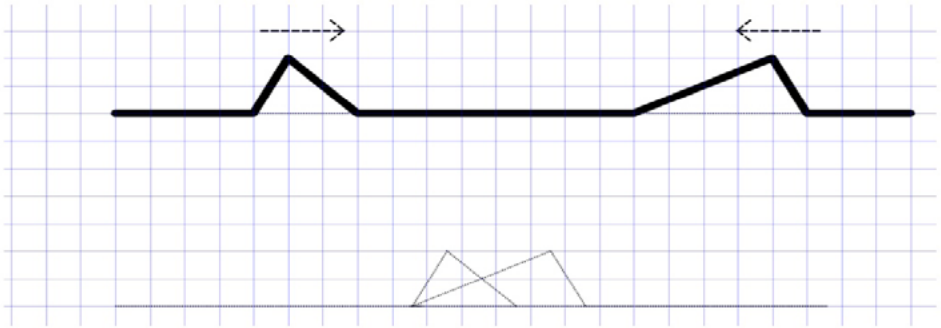
Q2. ¿Todos los tipos de onda pueden ser tanto longitudinales como transversales, dependiendo de la dirección en la que se coloque el sistema de referencia para medir la velocidad de propagación? Indicar si es Verdadero ( ) Falso ( ) y razonar la respuesta.

Q4. Santiago escucha música con un equipo de audio de 500 W. En otro lugar, Ana escucha la misma canción con unos auriculares de tan solo 1 W. Sin embargo, ambos la escuchan al mismo nivel de intensidad (o sonoridad). Sabiendo que el aire es isótropo y homogéneo ¿Cuál es la causa física qué produce este suceso? Razonar la respuesta

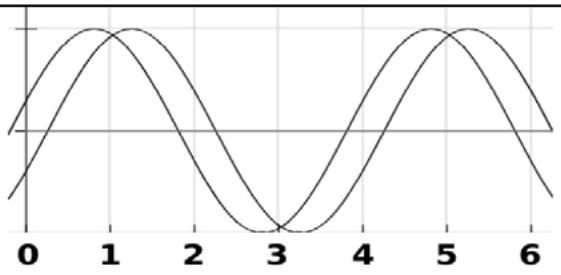
Q7. En una habitación con el aire en calma flota una partícula de polvo situada entre un altavoz y Santiago (como muestra la figura). Cuando se enciende el altavoz se emite una nota de sonido ininterrumpidamente y a frecuencia constante. ¿Cómo es el movimiento de la partícula de polvo? Razonar la respuesta.

Q10. Dos pulsos de onda en una cuerda tensa viajan con velocidades opuestas, dirigiéndose cada uno hacia el otro. Usando la plantilla sombreada mostrada abajo. Dibujar debajo la forma de la onda resultante cuando ambos se encuentren y razonar la respuesta.

Situación inicial



Q13. Una onda viaja de derecha a izquierda y su onda reflejada regresa en sentido opuesto, formando ambas una onda estacionaria, de modo que en los puntos 1, 3 y 5, se producirán vientres. Indicar si esta afirmación es Verdadera ( ) o Falsa ( ) y razonar la respuesta.



CF.49¿Cómo se conceptualiza las actitudes hacia la ciencia en los instrumentos de la última década?

Radu Bogdan Toma; Jesús Ángel Meneses Villagrá

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Burgos. rbtoma@ubu.es

RESUMEN

El presente estudio examina el marco conceptual de 15 instrumentos de actitudes hacia la ciencia identificados en las bases de datos *Web of Science* y *Science Direct*, empleando los criterios PRISMA para el desarrollo de revisiones sistemáticas de la literatura. En conjunto, los resultados sugieren una escasez en la bibliografía de instrumentos conceptualmente válidos. La gran mayoría de los instrumentos examinados carecen de fundamento teórico, y presentan un amplio espectro de dimensiones que se emplean como reflejo de las actitudes de los individuos hacia la ciencia, aun cuando no se ha definido el concepto objeto de estudio ni justificado la inclusión de estas dimensiones. Estos hallazgos destacan la necesidad de avanzar hacia una conceptualización común sobre qué aspectos constituyen las actitudes hacia la ciencia.

Palabras clave: actitudes hacia la ciencia; propiedades psicométricas; validez; fiabilidad; instrumentos.

INTRODUCCIÓN

La identificación y el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia ha sido siempre un objetivo central en didáctica de las ciencias experimentales. No obstante, los instrumentos empleados en estas investigaciones han sido en numerosas ocasiones criticados por su falta de validez y confiabilidad (Toma, *in press*). La validez de los estudios que exploran las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, así como de aquellos que evalúan la

efectividad de una intervención educativa para la promoción de éstas, dependen en gran medida de la calidad de los instrumentos de recogida de datos empleados. De este modo, el uso de instrumentos actitudinales que carecen de un marco teórico específico o que tienen unas propiedades psicométricas deficientes, compromete la calidad de los resultados obtenidos y reducen su relevancia educativa. En palabras de Munby (1983), "A menos que se tenga el cuidado adecuado de determinar las características de rendimiento de un instrumento empleado en la investigación, (...) los resultados en sí mismos no pueden considerarse dignos de confianza" (p. 162, traducción propia).

El primer aspecto, y tal vez el más crítico en el desarrollo de instrumentos psicométricamente válidos, es la conceptualización teórica del constructo objeto de estudio (DeVellis, 2017). No obstante, a pesar de la importancia de este paso, persiste una gran ambigüedad conceptual en la investigación relacionada con las actitudes hacia la ciencia. Así, aún no se ha alcanzado un consenso en la bibliografía sobre cómo definir las actitudes hacia la ciencia y, lo que es aún más importante, qué dimensiones debieran medirse al examinar este constructo (Munby, 1983; Blalock, Lichtenstein, Owen, Pruski, Marshall y Toepperwein, 2008). Tras revisar un total de 66 instrumentos, Blalock et al. (2008) han concluido que casi la mitad de los instrumentos evaluados (42%) carecían de algún componente esencial de evidencia psicométrica, y apenas 25 instrumentos (37.9%) habían sido fundamentados en alguna teoría existente. Consecuentemente, el presente estudio examina los instrumentos de actitudes hacia la ciencia desarrollados y publicados en la última década para determinar (i) de qué manera se ha definido el constructo objeto de estudio, y (ii) qué dimensiones actitudinales se han examinado como reflejo de las actitudes hacia la ciencia.

MARCO TEÓRICO

Actitudes y actitudes hacia la ciencia

En la bibliografía, la conceptualización más común de las actitudes es el modelo tripartita, según el cual, las actitudes reflejan un constructo multidimensional que abarca aspectos cognitivos, afectivos y conductuales. Más específicamente, las actitudes son evaluaciones individuales de un determinado objeto (Ajzen, 1991) desarrolladas a partir de creencias, sentimientos, y experiencias pasadas.

En la investigación en didáctica de las ciencias, Gardner (1975) abordó las diferencias entre las actitudes científicas, concebidas como los elementos inherentes a la comunidad científica (*e.g.*, honestidad, perseverancia), y las actitudes hacia la ciencia, definidas como las concepciones sociológicas, psicológicas, afectivas y las creencias sobre la ciencia. De manera similar, Schibeci (1983) concluyó que la actitud hacia la ciencia tiene engloba varios objetos de actitud, tales como la ciencia como disciplina, el estudio de la ciencia, o las asignaturas de ciencia, entre muchos otros. Por ello, a pesar de la gran cantidad de literatura sobre las actitudes hacia la ciencia, este constructo sigue siendo poco claro y un tanto nebuloso, mal articulado, y no siempre comprendido (Osborne, Simons y Collins, 2003).

Desarrollo y validación de instrumentos

El desarrollo y la validación de instrumentos de recogida de datos requiere de procedimientos complejos y sistemáticos de coherencia teórica y metodológica. En la literatura existen numerosos planteamientos clásicos (*e.g.*, Clark y Watson, 1995) y contemporáneos (*e.g.*, Boateng, Neilands, Frongillo, Melgar-Quiñonez y Young, 2018) que han determinado las fases que se deben llevar a cabo para desarrollar y evaluar las propiedades psicométricas de los instrumentos. El primer paso consiste en operativizar el constructo que se va a medir, que se refiere a definir el concepto, atributo o variable latente objetivo del estudio. La definición del constructo es necesaria pues permite, por un lado, poseer una conceptualización práctica y operativa del fenómeno que se estudia, y por otro, delimitar las dimensiones que ha de abarcar dicho constructo. Por lo tanto, las actitudes

hacia la ciencia deben ser definidas antes del desarrollo de los ítems o de cualquier otro análisis de validez o fiabilidad. Así, la primera fase del proceso de desarrollo de un instrumento enfocado a identificar las actitudes hacia la ciencia debe: (i) describir el constructo y proporcionar una definición conceptual, (ii) especificar y justificar, a menudo empleando una teoría actitudinal existente, las dimensiones que se van a incluir en el instrumento y su relación con la definición propuesta, y (iii) desarrollar un banco de ítems que represente el constructo y las dimensiones propuestas, según la conceptualización adoptada.

Metodología

Se trata de un estudio de revisión sistemática de la literatura, basado en la declaración PRISMA (Moher et al. 2009) y en el procedimiento descrito por Bennett, Lubben, Hogarth y Campbell (2015). Los artículos potencialmente relevantes fueron recuperados de las bases de datos *Web of Science* y *Science Direct*, mediante una estrategia de búsqueda exhaustiva, que ha consistido en emplear de forma combinado las palabras "actitud hacia la ciencia" e "instrumento OR escala OR medida" en títulos y palabras clave de las publicaciones, tanto en castellano como en inglés.

Debido a que la revisión de la literatura de Blalock et al. (2008) revisó las propiedades psicométricas de los instrumentos publicados hasta 2003 (pese a que la búsqueda abarcó publicaciones hasta el año 2005), se estableció 2004 como el año inicial, y 2016 como el último año de publicación de artículos. Los criterios de inclusión fueron: (i) estudios de validación de instrumentos, (ii) que reportan el desarrollo de un instrumento de naturaleza cuantitativa, (iii) para la medición de las actitudes hacia la ciencia.

Los estudios retenidos fueron examinados siguiendo los aspectos recomendados por Boateng et al. (2018) como el primer paso crítico en el desarrollo de un nuevo instrumento, descritos anteriormente. Más concretamente, se examinó cada instrumento para determinar la conceptualización de actitudes hacia la ciencia propuesta (esto es, si los autores han definido el constructo actitudes hacia la ciencia y han justificado la inclusión de las dimensiones propuestas) y las dimensiones que han sido incluidas en la versión final del instrumento como reflejo de actitud hacia la ciencia.

RESULTADOS

Selección de estudios

Se han identificado un total de 104 y 54 estudios en las bases de datos *Web of Science* y *Science Direct*, respectivamente. Tras aplicar los criterios de inclusión y descartar los artículos duplicados entre las bases de datos, se han retenido para su análisis en profundidad un total de 14 artículos, que reportan el desarrollo y la validación de 15 instrumentos.

Conceptualización del constructo actitudes hacia la ciencia

La Tabla 1 presenta un resumen de los resultados. Un total de 11 de los 15 instrumentos (73,3%) analizados fueron desarrollados sin una conceptualización clara ni explícita acerca de qué son las actitudes hacia la ciencia, ni tampoco fundamentándose en una teoría actitudinal existente en la bibliografía. De los instrumentos restantes que sí fueron desarrollados sobre la base de una teoría, Abd-El-Khalick, Symmers, Said, Wang y Culbertson (2015) emplearon la *Teoría de la Conducta Planeada* de Ajzen (1991); Navarro, Förster, González y González-Pose (2016) y Villafañe y Lewis (2016) emplearon la taxonomía de actitudes propuesta por Klopfer (1971); y, finalmente, Zhang y Cambell (2011) emplearon la conceptualización tripartita de las actitudes.

Tabla 1. Definición de actitudes hacia la ciencia y dimensiones propuestas por los estudios examinados.

REFERENCIA	[1]DEFINICIÓN	[2]DIMENSIONES
Abd-El-Khalick et al. (2015)	Sí	Actitudes hacia la ciencia y la ciencia escolar; perspectiva desfavorable de la ciencia; creencias de control sobre la propia capacidad en ciencia; creencias de comportamiento sobre las consecuencias de estudiar ciencia; intenciones de seguir estudios de ciencia.
Dijkstra y Goedhart (2012)	No	Actitudes hacia la ciencia escolar; actitudes hacia las implicaciones sociales de la ciencia; actitudes hacia los científicos; actitudes hacia una carrera en la ciencia; actitudes ante la urgencia del cambio climático; comportamiento pro-ambientales.
Guzey, Harwell y Moore (2014)	No	Implicaciones personales y sociales de STEM El aprendizaje de la ciencia y la ingeniería y la relación con STEM; el aprendizaje de las matemáticas y la relación con STEM; aprendizaje y uso de la tecnología.
Hillman, Zeeman, Tilburg y List (2016)	No	Actitudes hacia la asignatura de ciencias; deseo de convertirse en un científico; valor de la ciencia para la sociedad; percepción de los científicos.
Kennedy, Quinn y Taylor (2016)	No	Intenciones de matricularse en ciencia escolar; disfrute de la ciencia escolar; autoeficacia en la ciencia escolar; utilidad de la ciencia escolar para la carrera personal; relevancia de la ciencia escolar para la sociedad.
Kind, Jones y Barmby (2007)	No	Aprender ciencia en la escuela; autoconcepto en la ciencia; trabajo práctico en la ciencia; ciencia fuera de la escuela; futura participación en la ciencia; importancia de la ciencia; actitudes generales hacia la escuela.
Mahoney (2010)	No	Concienciación; capacidad percibida; valor; compromiso.
Navarro et al. (2016)	Sí	Implicaciones sociales de la ciencia; normalidad de los científicos; actitud hacia la investigación científica; adopción de actitudes científicas; disfrute de las clases de ciencia; interés por un ocio en ciencia; interés profesional en la ciencia.
Owen et al. (2008)	No	Equidad; sexism.
Puvirajah, Verma, Li y Martin-Hansen (2015)	No	Promulgar la agencia científica; apoyo de los docentes e intenciones de estudiar cursos avanzados de ciencia; importancia de la ciencia para el futuro.
Tyler-Wood, Knezek y Christensen (2010)	No	Ciencia; matemáticas; ingeniería; tecnología; carreras STEM.
Tyler-Wood, Knezek y Christensen (2010)	No	Percepción de un entorno favorable para seguir una carrera en la ciencia; interés en buscar oportunidades de educación que lleven a una carrera en la ciencia; importancia de una carrera en la ciencia.
Villafañe y Lewis (2016)	Sí	La normalidad de los científicos; actitudes hacia la investigación científica; interés profesional en la ciencia.
Wang y Berlin (2010)	No	Actitudes hacia las clases de ciencia.
Zhang y Campbell (2011)	Sí	Sentimientos afectivos sobre la ciencia; tendencia conductual en el aprendizaje de la ciencia.

REFERENCIA	[1]DEFINICIÓN	[2]DIMENSIONES

[1]**Refiere a** si los autores (i) han definido el constructo objeto de estudio, y (ii) han justificado las dimensiones retenidas en la versión final del instrumento.

[2]**Refiere a** las dimensiones que mide el instrumento propuesto.

Dimensiones actitudinales

Los instrumentos examinados variaron enormemente en cuanto a las dimensiones que se propusieron para medir la actitud hacia la ciencia (Tabla 1). Se trató de establecer una categorización de los instrumentos en función de las dimensiones retenidas, pero esta tarea ha resultado imposible debido a la falta de solapamiento conceptual de cada instrumento. Esto refleja que, a pesar de la proliferación de estudios relacionados con las actitudes hacia la ciencia, no hay consenso sobre cómo conceptualizar este constructo, ni acerca de qué dimensiones debieran medirse.

Discusión e implicaciones

Los resultados de esta revisión sugieren que, en la bibliografía de actitudes hacia la ciencia, prevalecen los instrumentos que han sido desarrollados sin una clara conceptualización del constructo objeto de estudio. Asimismo, aun cuando los instrumentos han sido desarrollados basándose en una teoría actitudinal existente, se observa la existencia de una multiplicidad de dimensiones para la medición de este constructo, no existiendo similitud conceptual entre las mismas. Por tanto, si bien una minoría de los instrumentos analizados se fundamentan en una teoría, no hubo ningún marco teórico o conceptualización de las actitudes común. Asimismo, se identificó una práctica errónea relacionada con justificar la inclusión de determinadas dimensiones que se piensa que son reflejo de las actitudes hacia ciencia haciendo alusión a otros instrumentos ampliamente utilizados en la literatura, pero sin aportar una justificación de por qué dichas dimensiones están relacionadas con la definición adoptada o de qué forma miden las actitudes de los individuos (*e.g.*, Kennedy et al., 2016; Kind et al. 2007).

Estas prácticas, combinadas con el uso de ítems desarrollados en otros instrumentos con una conceptualización diferente del constructo objeto de estudio (*e.g.* Dijkstra y Goedhart, 2012), desemboca en instrumentos conceptualmente deficientes, como ya se ha puesto de manifiesto anteriormente en la bibliografía (Blalock et al., 2008). Todo ello repercute en la validez y fiabilidad de los resultados reportados en esta línea de investigación. Por tanto, se requiere del desarrollo de una conceptualización común del constructo objeto de estudio, para así poder alcanzar consenso sobre aquellas dimensiones que debieran considerarse como reflejo de las actitudes hacia la ciencia. Sin ello, y a la vista de los contradictorios resultados en esta línea de investigación (Osborne et al., 2003), cabría plantear la cuestión de si el constructo de las actitudes hacia la ciencia tiene algún beneficio para la investigación en didáctica de las ciencias.

El estudio de las actitudes se fundamenta en la presunción teórica de que su promoción podría mejorar el aprendizaje de la ciencia, así como fomentar un mayor interés e intenciones de estudiar carrera científicas. No obstante, la bibliografía revela, en el mejor de los casos, una escasa y pobre relación entre estos aspectos (Savelsbergh et al., 2016). Así, considerando (i) la multiplicidad de conceptualizaciones del constructo, (ii) la existencia de resultados contradictorios, (iii) y la falta de poder de predicción de las actitudes hacia la ciencia, parecería que, hasta la fecha, son pocas las evidencias empíricas sobre las que se sustenta la importancia de investigar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Beca de Investigación Pre-doctoral UBU-2017 concedida al primer

autor de este estudio, y parcialmente financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad bajo el proyecto de investigación EDU2017-89405-R.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las referencias marcadas con un asterisco (*) indican los estudios examinados en este trabajo.

*Abd-El-Khalick, F., Summers, R., Said, Z., Wang, S. y Culbertson, M. (2015). Development and large-scale validation of an instrument to assess arabic-speaking students' Attitudes toward Science. *International Journal of Science Education*, *37*(16), 2637–2663.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179–211.

Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S. y Campbell, B. (2005). Systematic reviews of research in science education: Rigour or rigidity? *International Journal of Science Education*, *27*(4), 387–406.

Blalock, C. L., Lichtenstein, M. J., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C. y Toepperwein, M. (2008). In pursuit of validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935–2005. *International Journal of Science Education*, *30*(7), 961–977.

Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quiñonez, H. R, y Young, S. L. (2018). Best practices for developing and validating scales for health, social, and behavioral research: A Primer. *Frontiers in Public Health*, *6*(149), 1-18.

Clark, L. A., y Watson, D. (1995). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychological Assessment*, *7*(3), 309–319.

DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications.* Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.

*Dijkstra, E. M., y Goedhart, M. J. (2012). Development and validation of the ACSI: Measuring students' science attitudes, pro-environmental behaviour, climate change attitudes and knowledge. *Environmental Education Research*, *18*(6), 733–749.

Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, *2*, 1–41.

*Guzey, S. S., Harwell, M. y Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, *114*(6), 271–279.

*Hillman, S. J., Zeeman, S. I., Tilburg, C. E. y List, H. E. (2016). My attitudes toward science (MATS): The development of a multidimensional instrument measuring students' science attitudes. *Learning Environments Research*, *19*, 203–219.

*Kennedy, J., Quinn, F., y Taylor, N. (2016). The school science attitude survey: A new instrument for measuring attitudes towards school science. *International Journal of Research & Method in Education*, *39*(4), 422–445.

*Kind, P., Jones, K. y Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, *29*(7), 871–893.

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. En B. S. Bloom, J. T. Kastings y G. F. Madaus (Eds.), *Handbook on summative and formative evaluation of student learning* (pp. 559–642). New York: McGraw-Hill.

*Mahoney, M. P. (2010). Students' attitudes toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. *Journal of Technology Studies*, *36*(1), 24–34.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., … Tugwell, P. (2009). Preferred reporting

items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, *6*(7), e1000097.

Munby, H. (1983). *An investigation into the measurement of attitudes in science education*. Columbus, OH: SMEAC Information Reference Center, The Ohio State University.

*Navarro, M., Förster, C., González, C. y González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the test of science-related attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. *International Journal of Science Education*, *38*(9), 1459–1482.

Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25*(9), 1049–1079.

*Owen, S. V., Toepperwein, M. A., Marshall, C. E., Lichtenstein, M. J., Blalock, C. L., Liu, Y., Pruski, L. A. y Grimes, K. (2008). Finding pearls: Psychometric reevaluation of the Simpson-Troost attitude questionnaire (STAQ). *Science Education*, *92*(6), 1076–1095.

*Puvirajah, A., Verma, G., Li, H. y Martin-Hansen, L. (2015). Influence of a science-focused after-school program on underrepresented high-school students' science attitudes and trajectory: A survey validation study. *International Journal of Science Education Part B-Communication and Public Engagement*, *5*(3), 250–270.

Savelsbergh, E. R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M., & Bakker, A. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: A meta-analytic study. *Educational Research Review*, *19*, 158–172.

Schibeci, R. A. (1983) Selecting appropriate attitudinal objectives for school science. *Science Education*, *67*(5), 595-603.

Toma, R. B. (in press). Revisión sistemática de instrumentos de actitudes hacia la ciencia (2004-2016). *Enseñanza de las Ciencias*.

*Tyler-Wood, T., Knezek, G. y Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in STEM content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, *18*(2), 341–363.

*Villafañe, S. M. y Lewis, J. E. (2016). Exploring a measure of science attitude for different groups of students enrolled in introductory college chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*, 731–742.

*Wang, T. y Berlin, D. (2010). Construction and validation of an instrument to measure Taiwanese elementary students' attitudes toward their science class. *International Journal of Science Education*, *32*(18), 2413–2428.

*Zhang, D. y Campbell, T. (2011). The psychometric evaluation of a three-dimension elementary science attitude survey. *Journal of Science Teacher Education*, *22*, 595–612.

CF.50 Razonamiento científico en una tarea de indagación en el aula de infantil

Inés M. Bargiela, Blanca Puig y Paloma Blanco Anaya

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade Santiago de Compostela. ines.mosquera@usc.es

RESUMEN

Documentos de reforma internacionales (NASEM, 2018, NRC, 2019) enfatizan la implicación del alumnado en prácticas científicas desde una edad temprana. En el centro de estas prácticas se encuentra el razonamiento científico. Sin embargo, la revisión de la literatura revela que el razonamiento científico en educación infantil continúa siendo un área poco explorada. Se presenta un estudio de caso llevado a cabo en un aula de educación infantil que tiene como principal objetivo examinar el tipo de razonamiento científico que emerge en el discurso del alumnado durante el ciclo de indagación en una tarea sobre fuerzas. Los resultados muestran que el razonamiento teórico (N=24) aparece con más frecuencia que el empírico (N=12), especialmente en la generación de hipótesis. El estudio concluye que implicar al alumnado de educación infantil en una actividad de indagación les ayuda a movilizar conocimientos teóricos y prácticos y usarlos para razonar sobre los datos.

Palabras clave: razonamiento científico, fuerzas, indagación, educación infantil.

ESTADO DE LA CUESTIÓN Y OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

Las últimas reformas a nivel internacional en la didáctica de ciencias tienen como objetivo la participación del alumnado en las prácticas científicas desde una edad temprana (NASEM, 2018). La noción de práctica según el National Research Council (2012) enfatiza este aspecto, además del uso de habilidades y conocimientos específicos para cada práctica científica. Es decir, para la indagación, modelización y argumentación. Las prácticas científicas implican la construcción de conocimiento, entender el porqué de esto, además de las interacciones sociales que acompañan a este proceso. En este estudio nos centramos en las prácticas de argumentación e indagación, entendiendo que ambas están interrelacionadas (Jiménez Aleixandre y Monteira, en prensa), puesto que comparten objetivos y su puesta en práctica en el aula tiene características comunes.

La argumentación puede ser definida como un proceso dialógico que se da en un grupo en el que los niños y niñas construyen pruebas, intentan coordinar afirmaciones y pruebas, así como establecer una conclusión, afirmación o explicación válida sobre el mundo natural (e.g., Berland & Reiser, 2011; Driver, Newton, & Osborne, 2000). Entre los beneficios a destacar por la investigación en argumentación en didáctica de ciencias, se incluyen desarrollar una mejor comprensión del conocimiento del contenido, así como para justificar afirmaciones (McNeill, 2008). A pesar de existir numerosos estudios de argumentación en el aula de ciencias, apenas hay evidencias en la etapa de educación infantil, siendo el análisis de argumentos y el uso de pruebas el principal foco de interés en estos estudios (e.g., Danish & Enyedi, 2014; Ross, Fisher, & Frey, 2009). El uso de pruebas, aspecto central en la práctica de argumentación, guarda una estrecha relación también con el razonamiento científico. Su definición, de acuerdo con Kuhn, Katz & Dean (2004), resalta la implicación de la coordinación entre las teorías de los niños y niñas acerca del mundo en el que viven y las pruebas que se encuentran respecto a este. La caracterización de los tipos de razonamiento en el discurso del alumnado de educación infantil cuando emplean datos de primera mano (*first-hand data*, en inglés) ha sido poco investigada (McNeill González-Howard, Katsh-Singer, & Loper, 2016) hasta donde hemos podido saber. Especialmente en contextos de enseñanza y aprendizaje por indagación. Este estudio forma parte de la investigación sobre argumentación y razonamiento científico en el contexto del aprendizaje de ciencias por indagación en el aula de infantil. Existen diversas formas de entender la indagación, aunque la comunidad científica y el profesorado parecen estar de acuerdo en tres posibles significados: a) la indagación como proceso en el que los científicos y científicas entienden el mundo natural *(scientific inquiry)*, idea central en el aprendizaje de ciencias durante muchos años (Newman, Abell, Hubbard, McDonald, Otaala & Martini, 2004); b) aprendizaje por indagación (Cairns, 2019) y, c) enseñanza mediante indagación (Baur, 2020). El presente estudio combina el segundo y tercer aspecto. Es decir, considera la indagación como un proceso de aprendizaje activo por parte de ambos actores implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Constantinou, Tsivitanidou, & Rybska, 2018) y como una actividad intencionada y multifacética que implica realizar observaciones; formular preguntas e hipótesis; planificar investigaciones; recolectar datos; llevar a cabo experimentos; interpretar los datos a través del debate con sus compañeros, así como proponer respuestas y explicaciones en forma de argumentos (Linn, Davies, & Bell, 2004). La importancia de promover la indagación desde edades tempranas se ha estudiado desde diversas perspectivas tales como el uso de la literatura infantil para promover ciertas habilidades indagatorias (McLean, Jones, & Schaper, 2015) o empleando el ciclo del agua como contexto (Stout, 2001), entre otros.

Este estudio tiene principal como objetivo investigar los tipos de razonamiento científico que emergen en el discurso del alumnado en diversas etapas de un ciclo de indagación relacionado con los efectos de la gravedad en diversos objetos. Se pretende ampliar el conocimiento acerca de cómo tienen lugar los procesos de razonamiento científico y bajo qué condiciones de indagación en el aula de infantil.

METODOLOGÍA

El estudio emplea una metodología de carácter cualitativa con el fin de poder analizar nuestro objetivo de investigación desde un enfoque que permita comprender la realidad analizada. Para ello, se enmarca como un estudio de caso único y exploratorio (Yin, 1984) formado por un aula de educación infantil (5-6 años) y su maestra.

PARTICIPANTES

La sesión objeto de estudio en este articulo implica a un grupo de 25 estudiantes de 6º de infantil (5-6 años) de un colegio público situado en un contexto urbano, además de su maestra, miembro de un grupo de innovación educativa (Torque) que se configura como una comunidad de aprendizaje compuesta por seis maestras de educación infantil. Con el objetivo de preservar el anonimato todos los nombres son pseudónimos.

Contexto de instrucción y desarrollo de la sesión

La tarea analizada forma parte de un proyecto basado en el aprendizaje de ciencias por indagación. Comprende 10 sesiones de unos 30-45 minutos en las cuales los niños y niñas realizan diversas experiencias con objetos para examinar las fuerzas (ver tabla 1).

Al principio de cada tarea, el alumnado forma un círculo alrededor de la docente, que se sienta en el centro. La maestra dispone de los objetos que emplearán: una hoja de papel, un libro, una hoja, una piedra, un globo, una pluma, una goma y un algodón. Para cada objeto, sigue la misma secuencia: primero, los introdujo brevemente, les preguntó si los conocían y sobre qué podría tratar el experimento. A continuación, la docente introdujo la pregunta que guio la sesión: "¿Qué pasaría si dejásemos caer uno de esos objetos? Se reintrodujeron los objetos y, dado que es la profesora la que cuestiona al alumnado con el objetivo de guiarlos, los alumnos y alumnas emitieron sus hipótesis y proporcionaron justificaciones mientras trataban de contestarlas. Un/a alumno/a, en representación del grupo, se dirigió al centro del círculo para testar sus hipótesis. En ocasiones, este proceso se repitió con alumnos y alumnas diferentes. Al final, el alumnado extrajo conclusiones acerca del fenómeno que estaban explorando.

Tabla 1. Descripción de la unidad.

TAREA	¿DE QUÉ TRATA?	ROL DE LA DOCENTE	ROL DE LOS ESTUDIANTES
1	Una aproximación a la gravedad	La docente presenta los objetos en cada tarea y explica en qué consistirá. Asimismo, guía la tarea y el razonamiento de los niños mediante la repetición de lo que ellos afirman y el cuestionamiento (ej., *"¿Pensáis que el libro llegará al suelo antes que el papel?"*).	Los estudiantes exponen sus hipótesis o justificaciones cuando responden a la docente. Además, mientras realizan este proceso, se implican en un proceso de aprendizaje dialéctico -social, en el que tienen que considerar no solo la pregunta, pero la opinión de sus compañeros también.
2	Una introducción a las fuerzas		
3	Vectores como una forma de representar fuerzas		
4	Flotación		
5	Principio de Arquímedes		
6	Revisión del principio de Arquímedes enfatizando la forma del objeto		
7	Revisión de la flotación enfatizando el peso del objeto		
8	Cómo afecta la salinidad en la flotación		
9	El diablillo de Descartes (Principio de Arquímedes y de Pascal)		
10	Submarinos		

Toma de datos

La toma de datos tuvo lugar durante el mes de febrero de 2017, mediante notas de campo y grabaciones de audio durante la duración del experimento (31 minutos, 57 segundos). Posteriormente, estas fueron transcritas y minutadas para su posterior análisis. En total, se obtuvieron 396 turnos de palabra.

Análisis de datos

Se analizó el discurso del alumnado mediante técnicas de codificación abierta. En primer lugar, la transcripción se segmentó adaptando las diferentes etapas del ciclo de indagación de Pedaste *et al.* (2015): *introducción*, *cuestionamiento*, *generación de hipótesis*, *experimentación*, *conclusiones*. De acuerdo con estos autores, entendemos que las fases no deben interpretarse de forma uniforme y linear dado que podrían solaparse. Asimismo, con el objetivo de identificar los tipos de razonamiento científico, adoptamos la definición de McNeill y Krajcik (2012), quienes lo consideraban como una justificación que muestra porque los datos cuentan como pruebas para apoyar la afirmación y que incluye principios científicos adecuados. Con el fin de validar los resultados, los datos fueron analizados independientemente por la primera autora y, posteriormente contrastado por las dos coautoras.

Resultados

Identificamos dos tipos de razonamiento científico en el discurso del alumnado a lo largo de la tarea de indagación: a) *razonamiento teórico* (RT), cuando los estudiantes aplican principios científicos y, b) *razonamiento empírico* (RE), cuando hacen referencia a los datos de primera mano que obtienen al completar varios ciclos de indagación. Un ejemplo representativo de RT, es la afirmación del estudiante 3, "*Porque hay una altura*", que hace referencia a este concepto para hipotetizar porqué llegaría antes la piedra que el algodón. Respecto

a una ejemplificación de RE, explicado más adelante, nos encontramos con la justificación del estudiante 7, quien afirma que el folio llegó antes que la pluma "*porque la pluma es pequeñita y no tiene tanta fuerza*".

Los resultados muestran que el RT apareció con más frecuencia (N=24) que el RE (N=12). El RT solo se halló en la etapa de generación de hipótesis, mientras que el RE estaba presente en esa y en las conclusiones. Por el contrario, en las etapas en las que la docente introdujo los objetos, presentó la pregunta "*¿qué creéis que pasará si…?*" y cuando el alumnado comprueba experimentalmente sus hipótesis, no se identificó la presencia de ningún tipo de razonamiento.

Es remarcable como el tipo de razonamiento parece cambiar después de que el alumnado testase diferentes objetos. Los estudiantes razonaron desde un punto de vista teórico (RT) cuando la maestra introducía la pregunta, pero después de la experimentación, su razonamiento científico tendía a volverse más complejo, incorporando en sus explicaciones un conocimiento empírico adquirido en una experimentación anterior. Ejemplo de ello es la afirmación "*No, es porque le da el aire*" (estudiante 5), haciendo referencia a la llegada del libro antes que el folio cuando se dejan caer simultáneamente. Esta alumna ya presenciara diversas comprobaciones de los mismos objetos, pero con variables diferentes (ej., la forma del folio). Esto le permitió adquirir nuevos conocimientos, interiorizarlos y movilizarlos para incorporarlos a sus justificaciones.

CONCLUSIONES

El análisis de la implicación de los niños de infantil en una tarea de indagación muestra cómo esta práctica da lugar a dos tipos de razonamiento, el teórico y el empírico, siendo el primero más frecuente. Estos resultados señalan a la capacidad del alumnado de infantil para movilizar conocimientos teóricos y prácticos y usarlos para razonar, tal y como Kuhn, Hemberger y Khai (2013) muestran sus argumentos. El aprendizaje mediante contextos de indagación parece crear oportunidades para que el alumnado, desde edades tempranas, se impliquen en los objetivos epistémicos del aprendizaje de ciencias, como "hacer ciencia" o razonar con diversos tipos de datos. Las implicaciones de estos resultados se relacionan con la mejora del conocimiento acerca de como la enseñanza y aprendizaje por indagación puede promover el razonamiento científico en infantil y en que medida lo hace en diferentes etapas del ciclo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación, Proyecto ESPIGA ("Promoviendo el Desarrollo del Pensamiento Crítico y de las dimensiones de Implicación Cognitiva y Emocional de los desempeños Epistémicos en las Clases de Ciencias en la Era de la Posverdad"), referencia PGC2018-096581-B-C22". A los participantes del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (SELECCIÓN)

Berland, L. K. & Reiser, B. J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. Science Education, 95, 191-216. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/sce.20420

Constantinou, C., Tsivitanidou, O., & Rybska, E. (2018). What is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? En O. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca y C. Constantinou (Eds.), Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning. Switzerland: Springer Publishing.

Driver, R., Newton, P., & Osborne. J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, *84*(3), 287-312. DOI: https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A

Kuhn, D., Katz, J., B., & Dean, D. J. (2004). Developing reason. *Thinking & reasoning*, *10*(2), 197-219. DOI:

https:// 10.1080/13546780442000015

Kuhn, D., Hemberger, L., & Khait, V. (2013). Argue with me: Argument as a path to developing students' thinking and writing. New York: Wessex Press.

Linn, M. C., Davies, E. A., & Bell, P. (2004). Internet environments for science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

McNeill, K. L., & Krajick, J. (2008). Inquiry and Scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. En J. Luft, R. L. Bell y J. Gess-Newsome (Eds.), Science as Inquiry in the Secondary Setting (pp. 121-134). Virginia: NSTA.

McNeill, K. L. & Krajick, J. (2012). Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science. The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing. New York, NY: Pearson.

McNeill K. L., González-Howard, M., Katsh-Singer, R., & Loper, S. (2016). Pedagogical content knowledge of argumentation: Using classroom contexts to assess high-quality PCK rather than pseudoargumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(2), 261-290. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/tea.21252

NASEM (2018). Science and Engineering for Grades 6-12: Investigation and Design at the Center. Washington, DC: The National Academia Press.

National Research Council (2012). A framework for K-12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas. Washington DC: National Academy Press.

Newman, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J., & Martini, M. (2004). Dilemmas of Teaching Inquiry in Elementary Science Methods. Journal of Science Teacher Education, 15(4), 257-279. DOI: https://doi.org/10.1023/b:jste.0000048330.07586.d6

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., de Jong, T., van Riesen, S., Kamp, E., Manoli, C., Zacharia, Z., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Research Review, 14, 47-61. DOI: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Ross, D., Fisher, D. y Frey, N. (2009). The Art of Argumentation. *Science & Children*, *47*(3), 27-31.

Stout, B. (2001). Tools for scientific inquiry in a fifth-grade classroom. *Primary Voices K-6*, *10*(1), 23-27.

CF.51 Influencia en variables cognitivas y afectivas de un taller STEM para el aprendizaje de las fuerzas y el movimiento en primaria

Milagros Mateos-Núñez, Guadalupe Martínez-Borreguero y Francisco Luis Naranjo-Correa

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura. E-mail milagrosmateos@unex.es.

RESUMEN

En los últimos años se ha puesto de manifiesto la necesidad de promover una educación integral de las áreas STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) desde todas las etapas educativas. El objetivo ha sido analizar la influencia en variables cognitivas y afectivas de un taller STEM para el aprendizaje de las fuerzas y el movimiento en primaria. El diseño ha sido experimental con pre-test y dos post-test, utilizando una muestra de 256 alumnos. Se diseñó un instrumento para analizar variables cognitivas y emocionales en función de dos metodologías, una expositiva con el grupo control y un taller STEM para el experimental. Los resultados revelan que ambas metodologías son efectivas a corto plazo, pero hay diferencias estadísticamente significativas en el aprendizaje a largo plazo y en las emociones positivas a favor de los talleres STEM.

Palabras clave: Educación Primaria, STEM, emociones; actitudes; fuerzas

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas del desinterés hacia las disciplinas científicas se debe a una actitud negativa hacia la ciencia, (Osborne y Dillon, 2008). Diversas investigaciones han puesto de manifiesto que las actividades científicas llamativas para el alumnado pueden generar emociones positivas en contraposición a las metodologías de enseñanza centradas principalmente en la adquisición de conocimientos teóricos (Mellado et al., 2014; Martínez, Naranjo, Mateos y Sánchez, 2018). En este sentido, desde hace unos años se han ido complementando los tradicionales modelos académico-expositivos, basados en la transmisión de conocimientos teóricos, con otros modelos activos de enseñanza en los que priman las experiencias que dan lugar a la construcción activa del conocimiento (Perry-Deborah, 2012). Sin embargo, estudios recientes (González-Peiteado y Pino-Juste, 2016) manifiestan que en la educación científico-tecnológica sigue predominando el uso del método tradicional de enseñanza, aun conociéndose que estas estrategias inducen a los alumnos a adoptar un papel pasivo, favorece poco el interés de los estudiantes y produce altos niveles de fracaso académico, sobre todo en materias científicas como la física o las matemáticas (Martínez, et al., 2018). En la línea de estos planteamientos, los programas educativos enfocados en una educación STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) han despertado el interés de instituciones e investigadores a nivel internacional (Vaval, Bowers y Snodgrass-Rangel, 2019). Actualmente, existe una gran aceptación hacia la educación STEM al ser valorada como un método que sintetiza las matemáticas, la ingeniería, la tecnología y las ciencias para el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación y la resolución de problemas del mundo real (Sanders, 2008). Algunos autores (Kelley y Knowles, 2016) definen la educación STEM como un enfoque en el que se enseña a los estudiantes contenidos interdisciplinares en contextos que implican problemas de la vida real para enriquecer su aprendizaje y su alfabetización científica. Así, diversas investigaciones sugieren que las escuelas enfocadas en una educación STEM tienen un efecto positivo en el aprendizaje y competencias STEM de los estudiantes (Martínez, Mateos y Naranjo, 2019). En base a lo anterior, en esta investigación se lleva a cabo el diseño e implementación de un taller STEM con alumnado de educación primaria con el propósito de analizar su efectividad didáctica frente a una enseñanza académico-expositiva tanto desde una perspectiva cognitiva como emocional.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación desarrollada ha sido de tipo experimental con grupo de control, grupo experimental, pre-test y dos post-test. El objetivo principal de la investigación ha sido analizar la influencia en variables cognitivas y afectivas de un taller STEM para el aprendizaje de las fuerzas y el movimiento en primaria. Para ello, se ha comparado esta metodología con una metodología más tradicional basada en un modelo académico-expositivo. Los contenidos seleccionados para llevar a cabo las intervenciones didácticas fueron seleccionados del currículo de educación primaria y estaban relacionados con las fuerzas y el movimiento en el área de ciencias.

MUESTRA

La muestra seleccionada a partir de un muestreo aleatorio y probabilístico estuvo formada por 256 alumnos de 5º y 6º de educación primaria (10-12 años). Estos alumnos estaban divididos en dos grupos. El grupo de control (GC) con 112 estudiantes y el grupo experimental (GE) con 144 alumnos. Ambos grupos eran similares en cuanto a capacidades, disciplina y rendimiento académico en cursos anteriores. Con el GC se utilizó una metodología tradicional basada en un modelo académico expositivo. Con el GE se utilizó una metodología más activa basada en el desarrollo de un taller STEM con materiales cotidianos. A ambos grupos de les explicaban los mismos contenidos de ciencias, tecnología y matemáticas del currículo. La figura 1 muestra a modo de ejemplo una imagen de las maquetas realizadas por los estudiantes del GE.

Figura 1. Fotografías de las maquetas realizadas por el grupo experimental

INSTRUMENTO DE MEDIDA

Como instrumentos medida y en base a investigaciones previas (Martínez, et al., 2018) para medir las variables referidas tanto al dominio cognitivo como al afectivo, se diseñaron un pre-test (antes de la intervención), un post-test I (después de la intervención) y un post-test II (dos meses después de la intervención). Para validar los instrumentos se llevaron a cabo diversas pruebas psicométricas que confirmaron su validez y confiabilidad al obtenerse valores dentro de los rangos recomendados (Ding, Chabay, Sherwood, y Beichner, 2006). Respecto a las preguntas referidas al nivel de conocimiento del alumnado, estaban diseñadas en base a contenidos aplicados sobre los conceptos objeto de estudio. Adicionalmente, el post-test I contenía un apartado para medir las variables emocionales y actitudinales de los sujetos al término de las intervenciones didácticas. Concretamente, en base a investigaciones previas (Mellado et al., 2014) se incluyeron 8 emociones, 4 positivas y 4 negativas para que el alumnado indicara indicar si las había sentido o no durante las sesiones desarrolladas. Se utilizó este método de medición de emociones por ser el más valido y menos invasivo según autores (Goetz, et al., 2016). Para valorar las actitudes del alumnado, se incluyeron 10 enunciados sobre aspectos metodológicos, de aprendizaje y de autoeficacia relacionados con lo tratado en el aula.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las distintas variables analizadas.

Resultados referidos a la variable nivel de conocimiento

La tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos obtenidos en cada test.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para la variable cognitiva (GE vs GC)

		MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA
Pre-test	GE	6.53	1.74	0.16
	GC	5.84	1.83	0.17
Post-Test I	GE	8.09	1.61	0.13
	GC	7.26	1.99	0.18
Post-Test II	GE	7.34	1.83	0.15
	GC	5.91	1.98	0.18

Como se observa en la tabla 1, los alumnos partían de un nivel de conocimientos medio. Concretamente, los estudiantes del GE obtuvieron una calificación media de 6.53 puntos sobre 10 en el pre-test y los estudiantes del GC lograron una calificación media de 5.84 puntos. Estos resultados pueden justificarse con la explicación previa de los contenidos por el tutor antes de la intervención con los talleres STEM, es decir, los encuestados habían trabajado en anteriormente el temario en clase. Sin embargo, el análisis de los datos del pre-test reveló que el alumnado mantenía algunas ideas previas erróneas sobre los conceptos objeto de estudio.

Respecto a los resultados del post-test I realizado al término de la intervención (tabla 1), se observa que el nivel de conocimientos de ambos grupos, control y experimental mejoró tras las intervenciones didácticas. Específicamente, el GC obtuvo una puntuación media de 7.26 puntos sobre 10 y el GE obtuvo una puntuación media de 8.09 sobre 10. Estos resultados revelan que ambas intervenciones didácticas han sido efectivas, pues el alumnado de ambos grupos obtiene unas calificaciones promedio superiores al mostrado en el nivel de conocimiento inicial. Asimismo, el análisis estadístico inferencial revela diferencias estadísticamente significativas (Sig.<0.001) entre el post-test I frente al pre-test en ambos grupos, a favor del post-test I tanto en el GC como en el GE.

Respecto a los resultados del post-test II, realizado meses después de las intervenciones didácticas, se observa en la tabla 1 que el GE obtuvo una puntuación media de 7.34 puntos sobre 10 y el GC logró una puntuación media de 5.91 puntos. Es decir, el GE obtuvo un nivel de conocimiento similar al del post-test I, pero el GC volvió a un nivel de conocimiento similar al mostrado en el pre-test. Estos resultados parecen indicar que el GC olvidó con el paso del tiempo los contenidos aprendidos en el aula, pero el GE los continuaba recordando.

Para analizar con detalle las diferencias entre las dos metodologías, control y experimental, se llevó a cabo un análisis estadístico inferencial para comparar los resultados de los test en función de la variable grupo. La tabla 2 muestra la prueba T de Student para muestras independientes.

Tabla 2. Prueba t de Student para la variable nivel de conocimiento (GC vs GE)

	T	GL	SIG. (BILATERAL)	DIFERENCIA DE MEDIAS	DIFERENCIA DE ERROR ESTÁNDAR	95% DE INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIFERENCIA	
						Inferior	Superior
Pre-test	-2,833	248	0,005*	-0,67040	0,23661	-1,13663	-0,20416
Post-test I	-3,634	248	0,000*	-0,82988	0,22835	-1,27964	-0,38013
Post-test II	-5,861	248	0,000*	-1,42551	0,24321	-1,90454	-0,94647

Sig.< 0.05

La tabla 2 muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre el GC y el GE en relación al nivel de conocimientos inicial ya que la significación obtenida en la comparación entre pre-test ha sido de 0.005. Específicamente hay una diferencia de media de 0.67 puntos sobre 10 a favor del GE que se tendrá en cuenta en el análisis del nivel de conocimiento tras las intervenciones didácticas.

La tabla 2 también muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos en relación al post-test I (Sig. < 0.001). No obstante, esta diferencia de 0.83 puntos sobre 10 a favor del GE resulta evidente puesto que el punto de partida o nivel de conocimiento inicial no era el mismo en los dos grupos, tal y como se observó en el pre-test. Aunque los resultados suscitan que la participación activa del GE durante la explicación de los contenidos ha facilitado en mayor medida la adquisición de los mismos, los datos parecen

indicar que las dos intervenciones didácticas desarrolladas han aumentado de la misma manera el nivel de conocimientos inicial del alumnado a corto plazo, considerándose que ambas son igualmente efectivas desde un punto de vista didáctico.

Finalmente, el análisis inferencial referido al post-test II (tabla 2) revelan que existen diferencias estadísticamente significativas (Sig.< 0.001) entre las calificaciones medias obtenidas por las dos muestras de estudio en el post-test II. Específicamente, se observa una diferencia de medias de 1.42 puntos sobre diez a favor del GE. Estos resultados parecen indicar que la intervención basada en los talleres STEM ha sido más efectiva desde un punto de vista didáctico a largo plazo que la metodología expositiva utilizada con el grupo de control.

Por otro lado, se llevó a cabo el análisis de nivel de conocimiento en función del género del alumnado. La realización de esta observación surge a raíz de los numerosos estudios que indican que las mujeres muestran menos interés y obtienen peores calificaciones en las pruebas de dominio conceptual relacionadas con las áreas STEM (Morgan, Isaac, y Sansone, 2001). Los resultados del análisis inferencial confirman que no hay diferencias estadísticamente significativas (Sig.<0.05) entre géneros en el post-test I y el post-test II. Por el contrario, sí se encuentran diferencias estadísticamente significativas (Sig.= 0.037) en el pre-test a favor del colectivo femenino.

RESULTADOS REFERIDOS A LA VARIABLE EMOCIONES Y ACTITUDES

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos en las distintas emociones analizadas haciendo distinción por grupo de estudio.

Tabla 3. Porcentaje de alumnos que SÍ han sentido las emociones planteadas (GC vs GE)

EMOCIONES	GC	GE
Curiosidad	70,5	78,3
Diversión	59,8	89,9
Confianza	40,2	52,2
Satisfacción	36,6	60,9
Asco	4,5	4,3
Aburrimiento	18,8	3,6
Preocupación	5,4	18,8
Enfado	6,3	8,7

Los datos de la tabla 3, parecen indicar que el alumnado de primaria manifiesta mayoritariamente emociones positivas ante el aprendizaje de contenidos STEM coincidiendo con estudios previos (Mateos, Martinez y Naranjo, 2019). Se observa que el GE manifiesta en mayor proporción emociones positivas frente al GC, siendo esta diferencia emocional estadísticamente significativa (Sig.<0.05) en las emociones como diversión, satisfacción o confianza. Si valoramos las emociones positivas detalladamente, se observa que un 90% del GE manifiesta la emoción diversión durante la intervención frente a un 60% del GC. Como indican diversos autores, las actividades manipulativas no solo favorecen el aprendizaje, sino que hacen de la enseñanza-aprendizaje una experiencia divertida tanto para estudiantes como para profesores (Bellocchi et al., 2014; Martínez, et al., 2018). Asimismo, se observa que los alumnos del GE manifiestan en mayor medida emociones como confianza o satisfacción.

Con respecto a las emociones negativas cabe destacar que emociones como el aburrimiento contribuyen a

la pérdida progresiva de atención. Casi un 20% de los estudiantes del GC indicaron haber manifestado aburrimiento en algún momento de la sesión pudiendo ello deberse a que la metodología académico-expositiva aplicada con este grupo no promovió la relación de los contenidos con la vida cotidiana y no fomentó el razonamiento y participación activa del estudiante como sí lo hizo el taller STEM con el GE. Por otra parte, parece lógico que hasta un 19% de los estudiantes del GE manifestaran mayor preocupación que los del GC ya que, según se observó en el análisis cualitativo de los datos, éstos tenían la presión de no realizar bien la maqueta y que por ello no funcionara finalmente.

Por otro lado se analizaron las actitudes del alumnado hacia la intervención realizada. Los resultados muestran que hay una gran preferencia hacia los métodos de aprendizaje prácticos por parte de la muestra participante. Un 73% de estudiantes del GC indicó que le hubiera gustado hacer una maqueta relacionada con los contenidos explicados y a más de un 95% en el GE le gustaría hacer más maquetas en las clases de ciencias y matemáticas.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en los post-test I y II de la investigación ponen de manifiesto la validez de los talleres STEM como metodología potenciadora de actitudes positivas hacia las ciencias (Abrahams y Millar, 2008) y de un aprendizaje consolidado (Martínez et al., 2019), por lo tanto se concluye que la metodología académico-expositiva, basada en la mera transmisión de información al alumnado, debería ser complementadas con metodologías prácticas en las que el alumnado sea un agente activo del proceso educativo. En este sentido, nuestros resultados coinciden con investigaciones previas que vinculan las actividades manipulativas con el aumento de los conocimientos de los estudiantes y el rendimiento académico en las materias STEM (Bell et al., 2009). Para aprender un fenómeno de la naturaleza es necesario experimentar y explorar cómo se manifiesta éste y, para ello, los estudiantes necesitan involucrarse total y activamente con el fenómeno para llegar a comprenderlo a fondo (Gellon, 2005). Asimismo, los resultados encontrados sugieren que el empleo de prácticas pedagógicas basadas en un aprendizaje cooperativo y auténtico fomenta un entorno de trabajo y aprendizaje oportuno ya que el entorno de trabajo en grupo enfatiza el esfuerzo, el mejoramiento y el dominio del estudiante y le ayuda no sólo a sentirse seguro sino también a ser competente en STEM (Zollman, 2012).

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación IB16068 y ayuda GR18004 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional). Proyecto EDU2016-77007-R (Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrahams, I. y Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. International Journal of Science Education, 30(14), 1945-1969.

Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W. y Feder, M. A. (2009) Learning science in informal environments: People, places, and pursuits. Washington, DC, USA: The National Academies Press.

Bellocchi, A., Ritchie, S. M., Tobin, K., King, D., Sandhu, M., y Henderson, S. (2014). Emotional climate and high quality learning experiences in science teacher education. Journal of Research in Science Teaching, 51, 1301-1325.

Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B. y Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment

tool: Brief electricity and magnetism assessment. Physical review special Topics-Physics education research, 2(1), 1–7.

Gellon, G., Rosenvasser-Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005) La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla. Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidos.

Goetz, T., Sticca, F., Pekrun, R., Murayama, K. & Elliot, A. (2016). Intraindividual relations between achievement goals and discrete achievement emotions: an experience sampling approach. *Learning and Instruction*, 41, 115-125.

González-Peiteado, M. y Pino-Juste, M. (2016). Los estilos de enseñanza: construyendo puentes para transitar las diferencias individuales del alumnado. / Teaching styles: building bridges to approach individual differences of students. Revista Complutense de Educación, 27(3), 1175-1191.

Kelley, T. R. y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education, 3(1), 11.

Martínez, G., Mateos, M. y Naranjo, F. (2019) Implementation and Didactic Validation of STEM Experiences in Primary Education: Analysis of the Cognitive and Affective Dimension. En IntechOpen (Eds.), Theorizing STEM Education in the 21st Century. London, UK: IntechOpen.

Martínez, G., Naranjo, F., Mateos, M. y Sánchez, J. (2018). Recreational Experiences for Teaching Basic Scientific Concepts in Primary Education: The Case of Density and Pressure. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14(12), 1-16.

Mateos, M., Martínez, G., y Naranjo, F.L. (2019). Análisis cognitivo y emocional hacia competencias científico-tecnológicas en el alumnado de 6º de educación primaria. En Alicia B. Corsini (Ed.) Conectando pilares para la educación. (pp. 113-124) Madrid: Global Knowledge Academics.

Mellado, V., Borrachero, A., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M., Conde, M., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R. Martínez, G., Ruiz, C. y Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 32(3), 11-36.

Morgan, C., Isaac, J. D., y Sansone, C. (2001). The role of interest in understanding the career choices of female and male college students. Sex Roles, 44(5-6), 295-320.

Osborne, J., y Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.

Perry-Deborah L. (2012). What Makes Learning Fun?: Principles for the Design of Intrinsically Motivating Museun Exhibits. Chicago, USA: AltaMira Press.

Sanders, M. (2008) STEM, STEM education, STEMmania. The Technology Teacher, 68, 20-26.

Vaval, L., Bowers, A. J., y Snodgrass-Rangel, V. (2019). Identifying a typology of high schools based on their orientation toward STEM: A latent class analysis of HSLS: 09. Science Education, 103(5), 1151-1175.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, *112*(1), 12-19.

CF.52 Aprendiendo contenidos de sostenibilidad mediante el uso de videojuegos y WebQuest en secundaria: Factores cognitivos y actitudinales

Guadalupe Martínez-Borreguero, Juan José Perera-Villalba, Francisco Luis Naranjo-Correa y Milagros Mateos-Núñez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura. E-mail mmarbor@unex.es.

RESUMEN

La utilización de recursos didácticos como WebQuest o videojuegos podrían mejorar los procesos de aprendizaje del alumnado, atendiendo a factores cognitivo y afectivos. El objetivo ha sido diseñar y validar intervenciones didácticas basada en las TIC para la enseñanza de contenidos de sostenibilidad. El diseño de la investigación ha sido de tipo experimental con pre-test y post-test, utilizando una muestra de 81 alumnos de secundaria. Se han medido variables cognitivas, conductuales, actitudinales y emocionales del alumnado en función de las metodologías didácticas utilizadas. Los resultados revelan que las TIC influyen positivamente en el progreso académico, sobre todo los videojuegos, pero no modifican la actitud ambiental del alumnado. Respecto a las emociones se observó que las actividades afectaban positivamente a las emociones y contribuían a combatir el aburrimiento.

Palabras clave: educación secundaria; TIC; videojuegos; WebQuest, sostenibilidad, actitudes

INTRODUCCIÓN

La tecnología ha cambiado directamente la forma de interactuar, comunicar, estudiar e investigar hasta el punto de que se ha convertido en el motor central de oportunidades para innovar en educación (Hernández, 2017). Así, por ejemplo, con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación se podría lograr despertar el interés en los estudiantes y profesores por la investigación científica Talanquer, 2009), posibilitando una mejora en las habilidades creativas, comunicativas y colaborativas. Por este motivo, las TIC han sido reconocidas como recursos innovadores porque permiten considerar números estrategias docentes capaces de promover aprendizajes significativos (Capuano, 2011; Martinez, Pérez, Suero y Pardo, 2012). En esta línea, diversas investigaciones resaltan la existencia de recursos didácticos basados en las TCIS que permiten una participación más activa del alumnado y que son muy adecuados para la enseñanza científica en el aula de educación secundaria (Solbes, Montserrat y Furio, 2007). Además, según algunos estudios (Dávila, Sánchez y Mellado, 2016), estos métodos cambiarían de forma positiva la actitud de los alumnos hacia las ciencias ofreciendo mejores resultados que el habitual método expositivo. Algunas de estos métodos TIC con gran potencial didáctico son las WebQuest y los videojuegos. Las WebQuest son una actividad orientada a la investigación, en la que parte o toda la información con la que interactúan los alumnos proviene de Internet (Lamb y Teclehaimanot, 2005). Por otro lado, algunas investigaciones (Prensky, 2001) indican que un factor necesario para el aprendizaje exitoso es la motivación y ello podría conseguirse mediante los videojuegos. Algunos estudios señalan que los videojuegos han irrumpido en nuestra sociedad en el ámbito del ocio (Imaz, 2001). En concreto estos estudios resaltan que el 80 % de los adolescentes los utiliza. Por ello, numerosas investigaciones indican que los videojuegos pueden ser incluidos como recurso educativo de gran potencial en el aula (Salen y Zimmerman, 2004; Rodríguez y Gutiérrez, 2016).

En la línea de los antecedentes anteriores, la presente investigación utiliza las TICS para desarrollar intervenciones didácticas sobre contenidos de sostenibilidad. El propósito del estudio ha sido analizar la influencia de la utilización de WebQuest y videojuegos tanto en el dominio cognitivo como el afectivo del alumnado participante. Es decir, analizar si la inclusión de recursos didácticos TICS mejora el aprendizaje de los estudiantes de educación secundaria y si contribuye a forjar comportamientos y actitudes sostenibles, así como emociones positivas en el alumnado.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación desarrollada ha sido de tipo experimental con tres grupos de alumnos, pre-test y post-test. Se ha diseñado una intervención didáctica, integrando el uso de dos videojuegos y de una WebQuest para la enseñanza de algunos conceptos de sostenibilidad y energías renovables. El objetivo principal del estudio ha sido diseñar y validar intervenciones didácticas basadas en las TIC para la enseñanza de contenidos de energía y sostenibilidad. Específicamente, se ha considerado como variable independiente la metodología didáctica utilizada en el aula y como variables dependientes el nivel de conocimiento alcanzado por los alumnos, la concienciación ambiental, las actitudes y comportamiento ambiental, la emociones y el género.

MUESTRA Y DESARROLLO DE LA INTERVENCIÓN

La muestra ha sido seleccionada mediante muestreo no probabilístico de conveniencia y ha estado constituida por 81 alumnos con edades comprendidas entre los 14-16 años. Estos alumnos estaban divididos en tres grupos de trabajo. El grupo A estaba formado por 28 alumnos, el grupo B formado por 27 alumnos y el grupo C formado por 26 alumnos. Con el grupo A se implementó una WebQuest que trabajaba los contenidos objeto de estudio. Dicha actividad consistió en proporcionar a los alumnos unos sitios web que tenían que utilizar como fuente para responder a las diferentes preguntas. Con el grupo B se utilizó el videojuego “My Green Energy Planet” (Ouariachi, Olvera-Lobo, y Gutiérrez-Pérez, 2017) basado en aspectos relacionados

con el cambio climático. Tras hacer una revisión exhaustiva de los diferentes videojuegos, se seleccionó este videojuego como recurso didáctico para enseñar contenidos relacionados con la energía y la sostenibilidad. Concretamente, con este videojuego los alumnos del grupo B tuvieron que gestionar una ciudad implementando medidas de ahorro, creando centrales de producción de energías renovables y eliminando centrales de energías no renovables. Con el grupo C se utilizó el videojuego "Controla de Red Española" creado por la institución Red Eléctrica de España. Este juego, por mecánicas y planteamiento, era muy adecuado para trabajar los conceptos en el aula a partir de una secuencia de pequeñas pruebas. Igual que en grupo B, los alumnos disponían de una ficha para guiarlos en el uso del videojuego y con preguntas para trabajar durante la partida. En esta ficha se incluía la descripción de la actividad, los objetivos de la partida, las instrucciones detalladas del juego y un cuestionario para focalizar la atención del alumnado durante la partida. Las preguntas planteadas para las sesiones con videojuegos fueron exactamente las mismas que las que se plantearon al grupo que jugó con la WebQuest, ya que ambas actividades estaban pensadas para trabajar los mismos conceptos.

Finalmente, cabe resaltar que el profesor que desarrolló las secuencias en el aula fue el profesor habitual en todos los grupos, con el objetivo de minimizar el impacto de posibles variables desconocidas que pudieran afectar a los resultados. En la primera sesión, común a toda la muestra participante, se llevó a cabo una explicación detallada de los contenidos, siendo el alumnado un receptor de la información. Se implementó el instrumento a modo de pre-test con los bloques referidos a la dimensión cognitiva, actitud ambiental, comportamiento ambiental y emociones. En la segunda sesión el alumnado tomó un papel activo para realizar las actividades TIC señaladas anteriormente donde se reforzaban los contenidos explicados con anterioridad y al término, se pasó un post-test para evaluar la dimensión cognitiva, el comportamiento ambiental, la actitud ambiental y las emociones del alumnado tras la intervención didáctica.

INSTRUMENTO DE MEDIDA

Para recabar la información el instrumento de medida utilizado fue un cuestionario compuesto por varios bloques.

El bloque 1 permitía medir la variable nivel de conocimiento del alumnado, y estaba compuesto por 20 preguntas de tipo test con cuatro posibles respuestas, de las cuales solo una es correcta. Las preguntas se estructuraban en torno a tres bloques. Uno sobre sostenibilidad (8 preguntas), otra sobre energías renovables (6 preguntas) y un tercer bloque sobre medidas de ahorro (6 preguntas).

El bloque 2 medía el comportamiento ecológico se basa en la Escala de Comportamiento Ecológico (Pato, Ros y Tamayo 2005). Estaba formado por 9 preguntas de tipo Likert que fueron adaptadas a 5 puntos para darle al cuestionario completo cierta uniformidad y hacer más sencillo para el alumnado contestar a las preguntas relacionadas con esta variable de estudio. Las posibles respuestas eran: 1 (nunca), 2 (raras veces), 3 (a veces), 4 (a menudo) y 5 (siempre).

El bloque 3 valoraba la actitud ambiental, y se ha basado en la Environmental Concern Scale de otros autores (Aragonés y Amérigo, 1991). . Estaba formado por 9 preguntas de tipo Likert de 5 puntos con las opciones: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

El bloque 4 permitía obtener una valoración del alumnado de las actividades realizadas, así como de su propio aprendizaje tras el desarrollo de las intervenciones didácticas. Este bloque está compuesto por 8 preguntas a responder mediante escala tipo Likert que iba de 1 totalmente en desacuerdo a 5 totalmente de acuerdo, para que los alumnos valorasen la experiencia vivenciada.

El bloque 5 indagaba en las emociones de los estudiantes hacia las intervenciones didácticas diseñadas. Se seleccionaron un total de 5 emociones positivas (alegría, satisfacción, sorpresa, diversión y confianza) y 5 emo-

ciones negativas (aburrimiento, miedo, nerviosismo, preocupación y ansiedad) a evaluar mediante escala tipo Likert con 4 puntos (1 No la he sentido; 2 La he sentido en alguna ocasión; 3 La he sentido bastantes veces; 4 La he sentido en todo momento). La idea era medir las emociones sentidas por el alumnado en cada una de las sesiones de trabajo de los diferentes grupos. Algunas de las emociones seleccionadas (alegría, satisfacción o aburrimiento) son representativas durante el manejo de videojuegos (Gonzalez, Adelantado, y Cairós, 2013) así como las caras de Premo© que utilizaron estos autores para crear la Emodiana, un instrumento para medir las emociones. El objetivo de incluir dichas caras en el cuestionario era ofrecer un refuerzo al alumno a la hora de relacionar correctamente la emoción sentida con la solicitada en el cuestionario. Además de estas emociones representativas se añadieron diversión, preocupación, confianza y ansiedad, de modo que hubiera el mismo número de emociones positivas y negativas (Mateos, Martínez, y Naranjo, 2019).

RESULTADOS

Resultados referidos a la variable cognitiva

En la tabla 1 se exponen los estadísticos descriptivos en cada uno de los cuestionarios implementados. Se presentan las puntuaciones del pre-test y del post-test de cada grupo sobre 20 puntos. Asimismo, se presenta el incremento de puntuación que ha obtenido cada grupo de estudio en el pre-test frente al post-test

Tabla 1. Estadísticos para la variable cognitiva (Pre-test vs Post-test)

GRUPO	PRETEST	POSTEST	MEJORA	% MEJORA
A	7.15	9.40	2.25	31%
B	7.10	10.45	3.35	47%
C	4.52	7.96	3.44	76%

Los resultados de la tabla 1 confirman que se produce una mejora en los tres grupos tras la segunda sesión, lo que de algún modo indica que la intervención ha producido una ligera mejora en el nivel de conocimientos de los alumnos. Concretamente, el grupo A ha mejorado su puntuación frente al pre-test en un 31%, el grupo B ha mejorado su calificación en un 47% y el grupo C, que partía de un nivel de conocimientos inferior, ha mejorado en un 76%. Las mejoras conseguidas por los grupos que han utilizado los videojuegos es superior a la mejora obtenida por el grupo A, que utilizó la WebQuest.

En vista a estos resultados, se considera preciso analizar el progreso experimentado por cada uno de los grupos para verificar si ha habido una mejora estadísticamente significativa en todos los casos. En primer lugar, se ha realizado la prueba de Kolmogorow-Smirnov y los resultados indican que los datos de los grupos B y C no tendrían una distribución normal. Por consiguiente, se utilizó la prueba de no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar los resultados del pre-test y el post-test de todos los grupos. Los resultados de dicha prueba se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Prueba de Kruskal-Walllis para los grupos A, B y C comparando la variable cognitiva (Pre-test vs Post-test)

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
Z	-1.901	-3.117	-3.241
Sig. (bilateral)	0.057	0.002*	0.001*

Sig.<0.05*

En el grupo A se obtuvo una Sig.= 0.57, es decir, en el grupo A con el que se implementó la WebQuest no se han encontrado mejoras estadísticamente significativas. Por otro lado, de acuerdo con los resultados de la prueba, únicamente los grupos B y C habrían experimentado un progreso estadísticamente significativo respecto a su nivel de conocimiento inicial. En el grupo B se obtuvo una Sig.= 0.002 y en el grupo C una Sig.= 0.001 por lo que se podría asumir que en ambos grupos sí que se experimentó una mejora significativa tras la intervención. En cualquier caso, se trataba de medir los progresos del alumnado más que la calificación obtenida. Así, el grupo C, si bien obtiene unos resultados peores que el resto de los grupos en ambos cuestionarios, ha sido el que ha experimentado mayor progreso pasando de un 4.52 a casi un 8 de media. Estos resultados ponen de manifiesto que las tres intervenciones didácticas basadas en TICS que se han llevado a cabo han sido efectivas para mejorar el nivel de conocimiento del alumnado en los contendios de sostenibilidad objetos de estudio. En esta línea, coincidimos con Randel et al. (1992) al considerar que los videojuegos pueden ser beneficiosos para el aprendizaje de contenidos de ciencias. Estos resultados permiten aceptar la Hipótesis 1 planteada "El uso de metodologías activas basadas en las TIC mejoran el nivel de conocimiento del alumnado de secundaria en relación a conceptos de sostenibilidad".

La tabla 3 compara mediante análisis inferencial las puntuaciones del post-test obtenidas por cada grupo, con el propósito de analizar si existen diferencias entre el uso de los videojuegos frente al uso de la WebQuest. Específicamente, la tabla 3 muestra los resultados obtenidos en la prueba U de Mann-Whitney que compara los post-test de los grupos dos a dos.

Tabla 3. Prueba de Mann-Whitney comparando post-test entre grupos

	GA VS GC	GA VS GB	GB VS GC
U de Mann-Whitney	191,500	162,500	143,000
W de Wilcoxon	467,500	372,500	419,000
Z	-0,942	-0,775	-2,129
Sig. asintótica(bilateral)	0,346	0,438	0,033*

Sig.<0.05*

Si nos fijamos en la tabla3, se obtienen unos valores de significatividad mayor al valor de referencia 0,05 en las comparaciones entre el grupos A vs grupo C (Sig. = 0,346) y entre el grupo A vs Grupo B (Sig. = 0,438). Es decir, no existen diferencias significativas entre el grupo que utilizó la WebQuest frente a los que usaron los videojuegos. Estos datos obtenidos nos llevan a rechazar la hipótesis 2 "No existen diferencias estadísticamente significativas en el uso de videojuegos frente al uso de la WebQuest para el aprendizaje de conceptos relacionados con la sostenibilidad". Sin embargo, si se encuentra diferencias entre los dos videojuegos utilizados (Sig.= 0,033). Esto puede ser debido a que el videojuego del grupo B "My Green Energy Planet" focalizaba más la atención del alumno en los conceptos objeto de estudio que el videojuego del grupo C "Controla de Red Española".

Resultados sobre el comportamiento ambiental y actitud ambiental

La tabla 4 muestra los datos obtenidos en las variables comportamiento ambiental y actitud. Para valorar este apartado se realizó un sumatorio de los ítems escogidos en cada enunciado, es decir, se calculó la puntuación obtenida por el alumnado en el pre-test, y pos-test, siendo la minima 9 puntos (indicativa de malas conductas ambientales) y la máxima 45 puntos (mejor puntuación posible.

Tabla 4. Media de las puntuaciones obtenidas en el comportamiento y actitud ambiental

VARIABLE	TEST	GA	GB	GC
Comportamiento ambiental	Pre	31.71	32.05	31.96
	Post	33.47	33.20	32.83
Actitud Ambiental	Pre	30.94	28.65	31.04
	Post	31.94	30.25	31.00

El análisis inferencial realizado en estas variables revela que no se han producido cambios significativos (Sig. > 0.05) en el comportamiento ambiental del alumnado tras la intervención con independencia de la metodología empleada. Lo mismo ocurre en el caso de la actitud ambiental, los cambios en las puntuaciones tras la intervención son mínimos y no significativos (Sig.>0.05) según las pruebas estadísticas realizadas. Se descarta que la intervención haya producido algún cambio en la actitud y comportamiento ambiental del alumnado.

Resultados de la valoración de la propuesta

Con respecto a la valoración de la actividad se obtiene que en torno a un 40% del alumnado de los grupos de estudio A y B les gustó la actividad que se les planteó. Los grupos A y B muestran un interés similar por las metodologías didácticas de refuerzo, la WebQuest y el videojuego My Green Energy Planet. Sin embargo, en el grupo C, solo un 32% de los estudiantes mostraron inclinación por un aprendizaje activo con videojuegos.

Los resultados sobre la efectividad didáctica de la actividad de refuerzo revelan que la actividad implementada con el alumnado del grupo C, el videojuego "Controla de Red Española" fue el peor evaluado, pues solo un 24% de los estudiantes se mostraron de acuerdo con respecto a su validez. No obstante, hay que resaltar que dicha actividad presentó algunos problemas a la hora de utilizarlo en el aula y estas razones podrían haber producido este resultado. Con respecto a las valoraciones realizadas por el grupo A cabe destacar que más de un 40 % de la muestra valoró positivamente la WebQuest como herramienta didáctica. Finalmente, casi el 50% de los estudiantes del grupo B consideraron muy apropiado el videojuego My Green Energy Planet, siendo este el mejor valorado en relación a su potencial didáctico en el aula. Referente a la mejora cognitiva sobre sostenibilidad, cabe destacar que los estudiantes del grupo B fueron los que mejor valoraron el aprendizaje adquirido, seguidos del grupo A con la WebQuest y finalmente el grupo C. Estos resultados concuerdan con las mejoras del nivel de conocimiento obtenido en el apartado anterior.

Resultado sobre la variable emocional

En la tabla 5 se muestran los porcentajes de alumnos que seleccionan cada una de las emociones en el pre-test y en el post-test.

Tabla 5. Porcentaje del alumnado que siente cada emoción Pre-test vs Post-test

		GA		GB		GC	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Positivas	Alegría	42.9	39.39	29.60	44.40	23.10	46.20
	Satisfacción	28.6	42.90	18.50	40.70	15.40	19.20
	Sorpresa	39.30	21.40	48.10	33.30	11.50	11.50
	Diversión	25.00	25.00	25.90	44.40	19.20	46.20
	Confianza	39.30	25.00	29.60	40.70	38.50	34.60
Negativas	Aburrimiento	46.40	32.10	59.30	29.60	38.50	23.10
	Nerviosismo	14.30	3.60	44.40	18.50	7.70	46.20
	Miedo	3.60	3.60	18.50	0.00	3.80	7.70
	Preocupación	3.60	3.60	23.10	25.90	22.20	7.70
	Ansiedad	10.70	10.70	25.90	14.80	19.20	38.50

Los datos mostrados en la tabla 5 indican que no hay una tendencia clara entre los grupos en relación a la manifestación de emociones antes de las intervenciones. Con respecto al análisis de las emociones tras la sesión (WebQuest con el grupo A y videojuegos con los grupos B y C), cabe destacar que se produce un aumento en la manifestación de emociones positivas frente al pre-test en los grupos B y C, y un descenso de las mismas en el grupo A. No obstante, generalmente se manifiestan las emociones positivas en mayor medida que las negativas en todos los grupos de estudiantes. Aunque los cambios no han sido significativos sí que se observa una ligera ventaja a favor de la utilización de videojuegos en lo que respecta a las emociones positivas, las cuales han mejorado con el videojuego en mayor medida que con la actividad WebQuest. Esta diferencia es bastante clara en las emociones aburrimiento y diversión, la cuales varían en gran medida gracias al uso del videojuego en el aula.

CONCLUSIÓN

Loa resultados permiten concluir que las actividades TIC con fines didácticos promueven un buen aprendizaje en el alumnado, sobre todo las que utilizan el videojuego como actividad principal pues los estudiantes que han usado un videojuego educativo han obtenido resultados superiores frente a los que aprendieron los contenidos a partir de una metodología TIC alternativa (Yang, 2012). Por otro lado, se concluye que la propuesta didáctica no ha supuesto una mejora en el comportamiento y actitud ambiental del alumnado, pues estima que el alumnado ya actúa de forma responsable independientemente del tipo de educación recibida. No obstante, cabe destacar que es muy complicado cambiar actitudes y comportamientos ambientales en las personas llevando a cabo solo una sesión de aula, ya que según estudios las actitudes y las creencias suelen estar muy arraigadas y son difícilmente modificables a corto plazo (Mellado, et al, 2014). En este sentido, para cambiar conductas en el alumnado lo ideal sería ampliar la intervención de aula usando metodologías activas porque éstas fomentan emociones y sentimientos positivos y van a facilitar el cambio en las expectativas y las creencias hacia la materia de estudio (Borrachero, Dávila, Costillo y Bermejo, 2016). Finalmente concluimos que las actividades TIC y en concreto los videojuegos no sólo pueden ayudar a desarrollar habilidades y destrezas, también pueden contribuir en el proceso de aprendizaje a la adquisición de conocimientos específicos o a la educación en valores favorable (Marino y Hayes, 2012). En este sentido, coincidimos con Fracchia Alonso de Armiño y Martins (2015) en la necesidad de utilizar los entornos TIC de manera mas interactiva y estimulante porque posibilitarían así aprendizajes de mayor calidad.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación IB16068 y ayuda GR18004 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional). Proyecto EDU2016-77007-R (Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borrachero, A. B., Dávila, M. A., Costillo, E. y Bermejo, M. L. (2016). Relación entre recuerdo y vaticinio de emociones hacia las ciencias en profesores en formación inicial. Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, 3(1), 1-8.

Capuano, V. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Virtualidad, Educación y Ciencia, 2(2), 79-88

Dávila, M. A., Sánchez, J., y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. Educación química, 27(3), 217-225.

Fracchia, C. C., Alonso de Armiño, A. C. y Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación, (16), 7-15

Gonzalez, C. S., Adelantado, V. N., y Cairós, M. (2013). EMODIANA: Un instrumento para la evaluación subjetiva de emociones en niños y niñas. Actas del XIV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador.

Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. Propósitos y representaciones, 5(1), 325-347.

Imaz, J.I, (2001). Pantallas y educación: Adolescentes y Videojuegos. Teoría de la Educación, 23, 181

Lamb, A. y Teclehaimanot, B. (2005). A decade of WebQuest: A retrospective. en M. Orey, J. McClendon Y R. M. Branch (Eds.), Educational media and technology yearbook. Westport, CT: Libraries Unlimited.

Marino, M. T. y Hayes, M. T. (2012). Promoting inclusive education, civic scientific literacy, and global citizenship with videogames. Cultural studies of science education, 7(4), 945-954.

Martínez, G., Pérez, Á. L., Suero, M. I. y Pardo, P. J. (2012). ICTs and their applications in education. In INTECH Open (Ed.). London: INTECH Open Access Publisher.

Mateos, M.; Martínez, G.; Naranjo, F.L. (2019) Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. European Journal of Education and Psychology, 13, 251-267.

Mellado, V., Borrachero, A., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M., Conde, M., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R. Martínez, G., Ruiz, C. y Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 32(3), 11-36.

Ouariachi, T., Dolores Olvera-Lobo, M. y Gutierrez-Perez, J. (2017). Evaluation of online games for teaching and learning on climate change. Enseñanza de las Ciencias, 35(1), 193-214.

Prensky, M. (2001). Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill.

Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzel, C. D., y Whitehill, B. V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. Simulation & gaming, 23(3), 261-276.

Salen, K., y Zimmerman, E. (2004). Rules of play: Game design fundamentals. Massachusetts: MIT Press.

Solbes, J., Montserrat, R., y Más, C. F. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, (21), 91-117.

Talanquer, V. (2009). De escuelas, docentes y TICs. Educación química, 20(3), 345-350.

Yang, Y. T. C. (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. Computers & Education, 59(2), 365-377.

CF.53 El reto de la electricidad en el marco de un proyecto STEAM: estudios de caso en la formación de maestras/os

Francisco Javier Serón Torrecilla, Carlos Rodríguez Casals, Ana Carmen de Echave Sanz

Departamento de Didáctica Específicas (Grupo BEAGLE de Investigación en Didáctica de las CCNN)
Universidad de Zaragoza. fjser@unizar.es

RESUMEN

La comunicación describe una propuesta STEAM en la formación de futuros maestros. El objetivo es analizar el impacto que tiene dicho enfoque desde distintas perspectivas sobre la mejora en la comprensión de conceptos complejos, en concreto los fenómenos eléctricos. En primer lugar, señala de forma sintética el marco teórico en el que se inserta dicha propuesta, en cuanto al propio aprendizaje y a la presencia y potencialidad actual de los enfoques STEAM. Posteriormente, a partir de dos casos seleccionados por su especial relevancia, tanto en los resultados de las distintas etapas como en la parte final en su transferencia y aplicación a los usuarios finales (niños de Educación Primaria), se describe la metodología que se ha seguido. En la reflexión se abordan los resultados en un marco cualitativo de análisis del relato recogido con distintos instrumentos y entre distintos agentes involucrados (maestros en formación, niños y maestros del centro escolar). Para finalizar, se establecen unas conclusiones preliminares en relación a la necesidad de implementar dichas propuestas para facilitar la experiencia de nuestros estudiantes, el potencial positivo del enfoque STEAM, siendo coherentes con las investigaciones analizadas.

Palabras clave: STEAM, electricidad, Educación Primaria Interdisciplinariedad

1.- INTRODUCCIÓN

La electricidad es un fenómeno físico de gran complejidad que requiere que los estudiantes comprendan las conexiones entre el mundo macroscópico y los modelos microscópicos. En este sentido, autores como Fredette y Clement (1981) o Bilal y Erol (2009) señalan algunas de las ideas alternativas que dificultan su comprensión, creencias como que cables y conexiones pueden ser despreciados en el análisis del circuito. Estos análisis son coherentes con lo apuntado por otros autores (Engelhardt y Beichner, 2004), que muestran que más del 17% de los estudiantes participantes en su investigación presentan dificultades en reconocer elementos materiales que inciden en "el cortocircuito". Modelos que parecen estar relacionados con esa falta de conexión entre las escalas en las cuales ocurren dichos fenómenos. Por otra parte, algunos de los autores citados señalan al mismo tiempo la dificultad para transferir el conocimiento al contexto de las aulas de Educación Primaria (EP). Ante todo expresan la persistencia de modelos de enseñanza, o bien transmisivos, o bien provenientes del ámbito de la tecnología. Es desde este análisis de los modelos metodológicos, en los que los enfoques STEAM se estudian como facilitadores de los procesos de indagación y comprensión que les van a permitir cuestionar y colocarse en situaciones de incertidumbre, como se promueven entre los futuros maestros los aprendizajes por descubrimiento (Radziwill, Benton y Moellers, 2015).

Las experiencias previas llevadas a cabo en el departamento (De Echave, Serón, Rodríguez, 2018), en colaboración con el área de expresión plástica y visual, en torno a otros contenidos complejos como son la luz y los fenómenos asociados, parecen señalar las afirmaciones de los autores citados anteriormente. Al mismo tiempo dichas afirmaciones estarían en consonancia con investigaciones extensas como las abordadas por Ki y Bolger (2017) sobre los beneficios de aplicar dichas metodologías en el campo de la formación en ciencias. En el análisis realizado a 119 estudiantes de enseñanza elemental, llegaron a la conclusión de las mejoras que introducen dichas metodologías en el aprendizaje científico en dimensiones complejas. En todo caso y a pesar de estas mejoras, Zimmerman (2016) apunta a la necesidad de que nuestros estudiantes tengan la oportunidad de enfrentarse al diseño y puesta en marcha de experiencias similares en sus procesos de formación; un hecho que también se ha podido comprobar en nuestras experiencias previas (Serón, De Echave y Rodríguez, 2018). De esta forma los estamos capacitando para su futuro ejercicio profesional, facilitando la transferencia y lo que hemos denominado cierre del ciclo didáctico de formación (De Echave, Serón y Rodríguez, 2019). Por finalizar esta introducción, y cómo es implícito al propio enfoque STEAM (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012), en nuestro caso cobra especial importancia y relevancia la A de arte, dado que es ese producto u objeto didáctico artístico-científico el que permite realmente trabajar desde una mirada amplia. De esto modo se implican diferentes áreas formativas, siendo mucho más coherente con la realidad actual de los Centros de Educación Primaria acostumbrados al trabajo por proyectos, algo que por otro lado, también han señalado nuestros estudiantes como una necesidad y como un aspecto positivo en las experiencias previas.

2.- METODOLOGÍA: ESTUDIOS DE CASO

Dada la extensión de la comunicación, resulta imposible describir de forma exhaustiva el conjunto de aspectos, fases y etapas que han constituido la propuesta, tanto desde el punto de vista operativo, como metodológico. En este caso, se ha de apuntar por su especial relevancia, como los estudiantes utilizaron el objeto didáctico resultante del proyecto en una sesión con 57 niños de enseñanza primaria, en un formato de 4*4 (4 maestros en formación, 4 niños de primaria). El objeto, como producto resultante tiene una especial importancia al resumir, no solo el carácter del proyecto, sino la utilidad didáctica para las dos áreas implicadas. De forma breve, centrándonos en el área de didáctica de física y química, en concreto en los fenómenos eléctricos, se resume la metodología seguida. Esta propuesta se enmarca en el contexto de importancia de los trabajos prácticos (TP) para ambas áreas y el aprendizaje por descubrimiento para nuestros estudiantes. De este modo, el enfoque STEAM es una forma de aproximarnos a un fenómeno desde la propia tradición formativa, pero amplificando

algunos aspectos como son la colaboración interdepartamental que redunda en la formación de nuestros estudiantes. En este sentido, los grupos de futuros maestros se enfrentan a lo largo del cuatrimestre a distintos escenarios didácticos que les permite abordar los fenómenos a estudiar de cara al desarrollo de su propuesta-objeto que les ha de resultar útil para llevar dichos aprendizajes y comprensión de los fenómenos eléctricos al aula de primaria.

Los escenarios presentes en las etapas iniciales del desarrollo STEAM les ayudan a, guiados por el profesorado de las dos áreas, introducirse en los aspectos científicos, experimentando, cuestionándose y seleccionando aquellos que van a reconstruir y transferir a su objeto-producto didáctico. El objeto STEAM artístico-científico es además resultado de procesos de co-creación, cooperación, discusión y análisis crítico llevados a cabo por los estudiantes, pero también por los propios docentes de las áreas, muy en consonancia con las relaciones que se dan entre lo que es enfoque STEAM y los movimientos Maker, como indican Rosenfeld y Sheridan (2014).

Hay que señalar, por su especial importancia para el objetivo y el análisis de resultados, que el final del proceso no es la presentación del producto didáctico, sino su utilización y aplicación en un escenario didáctico en el que dicho producto se transforma en un artefacto de enseñanza/aprendizaje, que prueban con los niños de un Colegio de Educación Primaria invitado a la Facultad de Educación. De esta forma los maestros en formación presentan su propuesta y la comparten con alumnos y sus maestros en ejercicio.

A continuación, y de cara a una descripción más exhaustiva y su posterior análisis de resultado se han escogido dos de los "productos" y grupos participantes en la experiencia.

ESTUDIOS DE CASO

El electrograbado, arte y ciencia para el aprendizaje del concepto de corriente continua. Arte Cinético y Ciencia, una obra dinámica

1er Estudio de caso: El electrograbado, arte y ciencia para el aprendizaje del circuito eléctrico

El ámbito artístico es un campo muy amplio con prácticas, técnicas y recursos que pueden resultar de gran interés y utilidad para el aprendizaje de conceptos y contenidos científicos complejos, como es el caso de la técnica del electrograbado. Se trata de una técnica que emplea el fenómeno de la electricidad como sustituto de los tradicionales grabados con mordientes ácidos, y que por tanto reduce o elimina la presencia de materiales tóxicos, lo cual nos permite introducir a su vez aspectos medioambientales.

El electrograbado requiere comprender los principios básicos en el funcionamiento de circuitos de corriente continua, además de manipular materiales conductores atípicos, como son las disoluciones electrolíticas, y en este caso, el sulfato de cobre. Se pone de manifiesto por tanto las dificultades de abordar esta propuesta, por un lado por la singularidad en cuanto a los fenómenos eléctricos y por otra, por la falta de conocimiento de los aspectos "artísticos" involucrados desde un punto de vista técnico.

En este sentido el proyecto requiere que, en este caso las maestras en formación, se involucren de una forma especialmente activa. Se ha de comentar que se analiza la propuesta desde la etapa en la que el grupo de nuestras estudiantes han tomado la decisión, guiadas por los docentes de ambas áreas, de desarrollo de su propuesta, sin detallar las etapas anteriores correspondientes a los talleres en los que indagan precisamente en los fenómenos eléctricos, técnicas, etc. A partir de este momento las estudiantes deben afrontar una serie de fases en las que seguir indagando de cara a configurar su "producto-didáctico", comprobar su viabilidad, analizar y reflexionar sobre los elementos didácticos que involucran, que van a poner en juego en su aplicación con los estudiantes de enseñanza primaria. Además deben prestar atención a la selección de aquellos aspectos, tanto científicos como artísticos adecuados a un currículo de 5º de Educación Primaria. De esta forma,

en lo que atiende a estas fases, y cómo se ha citado en la introducción, se generan escenarios coherentes con el propio enfoque STEAM y con los movimientos Maker vinculados con la educación en las que los propios usuarios co-crean desde dimensiones coparticipativas y colaborativas. Desde ese objetivo común, que es aplicar una propuesta al diseño y elaboración de un producto didáctico que han de transformar en un artefacto artístico-científico de enseñanza y aprendizaje, pero que además les ayuda a desarrollar otras competencias, tanto de su currículo, como del de los niños.

En la figura 1 se muestran algunas imágenes de lo que fue la aplicación del producto. En este caso, no se presenta como un objeto físico, sino como una experiencia en la que los niños llevan a cabo el montaje de "circuito electrolítico", dibujan en las planchas, entintan y estampan. El resultado sí que da lugar a un "objeto" que, como muestra la figura 1, produce una gran satisfacción tanto los niños de Educación Primaria como de nuestras estudiantes de Magisterio.

Figura 1: Estudiantes en el laboratorio preparando la experiencia de electrograbado y su resultado

2º Estudio de caso: Arte cinético y Ciencia, una obra dinámica

En el segundo de los casos seleccionados, a partir de diferentes referentes centrados en el arte cinético, las estudiantes realizaron un objeto artístico-científico (ver figura 2) que les permitía trabajar aspectos relacionados con el circuito eléctrico y la corriente continua. Un trabajo, que dada la complejidad de los aspectos tecnológicos les requirió un especial esfuerzo de colaboración y co-creación, al vincular algunos de los elementos de la obra con actividades personales, un aspecto que también señalan los enfoques STEAM, su potencial por los vínculos emocionales que se establecen con los estudiantes en relación a sus proyectos. A través del objeto, y cómo se aprecia en las figuras 2 y 3, llevan a cabo una propuesta de indagación con los niños, materiales conductores, actuadores, motores que, les permite formular una serie de cuestiones como guía en el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de una experiencia-objeto

Durante la sesión con los niños, la obra de arte además de introducir el objeto, es utilizada como recurso que los vincula con la parte más sensorial y emocional de la propia experiencia, pero además les permite señalar el interés del arte contemporáneo. A partir de ese momento las estudiantes, junto con los alumnos exploran sobre los fenómenos eléctricos, relacionados con el circuito, en los que se ha constituido el producto (figura 2).

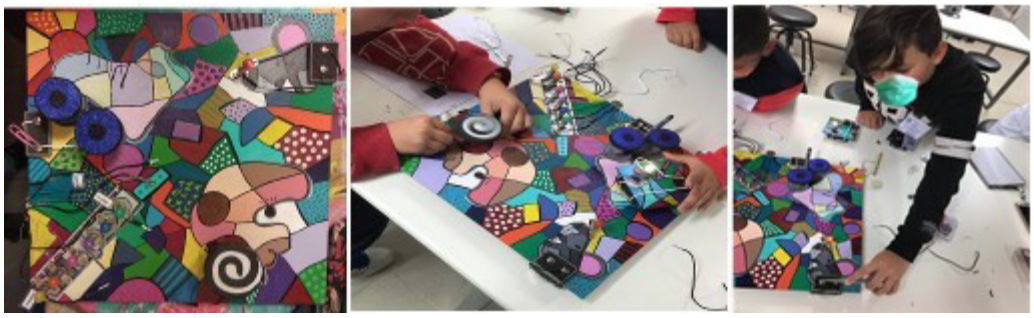


Figura 2: Obra elaborada por los estudiantes como recurso didáctico para facilitar el aprendizaje de los fenómenos eléctricos y niños explorando qué ocurre en los distintos circuitos cuando se cierran.

El colofón de la propuesta de estas cuatro estudiantes es el ofrecer la posibilidad, como puede observarse en la figura 3, de que los niños monten su propia obra. Un complemento que les permite analizar como futuras maestras el grado de conocimiento adquirido, o al menos recoger parte de lo que ha sido el aprendizaje a partir de esa "construcción" del objeto individual de los niños.

En este segundo caso, que se ha tomado a modo de ejemplo para describir la propuesta y analizar, tanto los recursos empleados, como su utilidad para el aprendizaje de aspectos vinculados con la electricidad, nos encontramos con un producto muy completo. Como recurso didáctico, y como se pudo comprobar en su aplicación, funciona perfectamente desde las dos áreas involucradas dentro de ese marco STEAM, además de servirse de otras dimensiones que aluden a aspectos de desarrollo competencial del currículo de Educación Primaria, como son la tecnología-ingeniería y las matemáticas.

Figura 3: Última etapa de la intervención durante la cual los niños elaboran su obra, diseñan y montan su propio circuito.

3.- RESULTADOS Y REFLEXIONES

Se ha de poner de relevancia en este apartado que, si bien el breve análisis realizado hasta el momento de los resultados, atiende a los dos casos presentados, en algunos casos la reflexión se extiende al conjunto todos los grupos que participaron en el proyecto y en la propuesta de intervención con el Centro de Educación Primaria en su visita a la Facultad. En primer lugar se ha de señalar que, tal y como indican en sus cuadernos de campo, la experiencia les ha resultado de una gran utilidad para su formación al mostrarles un enfoque de enseñanza y aprendizaje integrador, y como ellos manifiestan, mucho más coherente con lo que se van a encontrar en su ejercicio profesional. En segundo lugar, aquellos aspectos motivacionales relacionados con dificultades, apatía hacia el aprendizaje de conceptos científicos, es relevante que en este proyecto se ponen en positivo. Muchos de los estudiantes participantes manifiestan la necesidad de ampliar la aplicación de estos enfoques a otras asignaturas. En este sentido y como aspecto complementario, pero no menos importante, expresan lo positivo, dentro de las dificultades, de trabajar integrando varias áreas. En cuanto a lo que representa para su aprendizaje de conceptos o contenidos, su formación y transferencia didáctica, a partir de lo que han puesto de manifiesto en la mayoría de los casos en su cuaderno y en la exposición de su trabajo y experiencia frente a sus compañeros, se aprecia un mayor dominio de los conceptos que han trabajado desde la propuesta STEAM y, ante todo, un trabajo por analizar y reflexionar sobre lo que supone la experiencia de transferencia de cara a su futuro ejercicio profesional.

Otra de las cuestiones que ponen de relieve es el trabajar en torno a ese "objeto didáctico" y cómo su posible propuesta de enseñanza se articula alrededor del mismo, habiendo experimentado cómo resulta útil a la propia estrategia de enseñanza y aprendizaje de los niños.

Se trata por tanto de dos casos que, como ya se ha citado, nos permiten amplificar la incidencia del proyecto en cuanto a los resultados positivos. Habría en cualquier caso que apuntar que también han existido dificultades a la hora de organizar, planificar las distintas fases, lo cual señalan como un aspecto a tener muy en cuenta a la hora de transferir dicha experiencia a su futura aula de enseñanza/aprendizaje.

4.- CONCLUSIONES

Cómo se viene poniendo de manifiesto en nuestras experiencias previas de las aproximaciones STEAM (De Echave, Serón, Rodríguez, 2018), y que se ha podido comprobar en el trabajo en torno a la electricidad, nuestros estudiantes carecen de un conocimiento sobre dichos enfoques metodológicos, en coherencia con algunas de las investigaciones a nivel internacional (Zimmerman, 2016). Esto supone la tarea de seguir explorando e incentivando dichas propuestas que poco a poco se van implementando en los Centros de Educación infantil y Primaria. Se trata por tanto de ir preparando a nuestros estudiantes para su futuro ejercicio profesional. Así mismo, los resultados alcanzados parecen coincidir con lo señalado por algunos estudios sobre el potencial de los enfoques STEAM en cuanto a lo que suponen para el aprendizaje (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012; Kim y Bolger, 2017). Se pone de manifiesto un aumento de la motivación de nuestros estudiantes hacia el aprendizaje, además de una mejora hacia la comprensión de fenómenos complejos, al abordarlo desde una perspectiva mucho más integradora. En la experiencia presentada, a estos aspectos hay que sumar lo que supone a la hora de completar su progresión en el ciclo didáctico de formación de cara a la transferencia al aula; en este caso, la puesta en valor del "objeto-producto" en su intervención con el grupo de niños, un objeto didáctico que sirve para articular el proceso, pero que previamente ha servido a nuestros estudiantes como escenario de reflexión y análisis de su propio aprendizaje y desempeño profesional. Hay que señalar la advertencia sobre el estudio preliminar de los resultados y la necesidad de complementar con análisis de experiencias previas y de profundizar más en el resto de los casos.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al CEIP Eugenio y López. A sus maestras y maestros, a sus estudiantes y a nuestros estudiantes por haber participado en el proyecto, así como al PIIDUZ_19_245, proyecto de incentivación a la innovación docente de la U.Z, *"Una propuesta STEAM en actividades de pensamiento sistémico para la formación de maestras/os de enseñanza primaria: Luz, color, electricidad"*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bilal, E y Erol, M (2009) Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 3, No. 2, May 2009 193 http://www.journal.lapen.org

Bilal, E. y Erol, M. (2009). Investigating Students' Conceptions of Some Electricity Concepts. *Lat. Am. J. Phys. 3* (2). Recuperado de: http://www.journal.lape.org.mx

Fredette. N. y Clement, J. (1981). Student misconceptions of an electric current: What do they mean? *Journal of College Science Teaching*, 10(5), 280-295

Echave, A. de, Serón, F. J. y Rodríguez-Casals, C. (2019). La práctica reflexiva en la formación del profesorado. Ed (Antonio Joaquín Franco-Mariscal y Angel Balnco López) en I Jornadas de la ÁPICE. La formación inicial en ciencias de maestros/as. Transferencia a la práctica. *Boletín ENCIC*, 3(2), 23-26.

Engelhardt, P. V., y Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics, 72*, 98-115: doi:10.1119/1.1614813

Halverson, E. y Sheridan, K. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84, DOI: https://www.doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063

Kim, D. y Bolger, M. (2016). Analysis of Korean Elmentary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 587-605. DOI: https://www.doi.org/10.1007/s10763-015-9709-3

Radziwill, N., Benton, M., Morgan, C. y Moellers, C. (2015). From STEM to STEAM: Reframing What it Means to Learn. *The STEAM Journal*, 2(1), 3. DOI: https://www.doi.org/10.5642/steam.20150201.3

Serón, F. J., de Echave, A. y Rodríguez-Casals, C. Luz y color: Experiencia interdepartamental en la formación en ciencias de los futuros maestros de Educación Primaria desde el ámbito de Física y Química. En Martínez Losada, C. y García Barros, S. (coord.) (2018). *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo*. Universidade da Coruña, 217-222. DOI: https://doi.org/10.17979/spudc.9788497496896

Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. STEAM Educational Model.

Yakman, G. y Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *J. Korea Assoc. Sci. Edu*, 32(6), 1072-1086. DOI: https://www.doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072

Zimmerman, A. S. (2016). Developing Confidence in STEAM: Exploring the Challenges that Novice Elementary Teachers Face. *The STEAM Journal*, 2(2), 15. DOI: https://www.doi.org/10.5642/steam.20160202.15

CF.54 Análisis de competencias indagativas de futuros profesores de secundaria en el problema "¿Qué pelota bota más?"

Iñigo Rodríguez-Arteche[1], Maria del Carmen Barreto-Pérez[2] y Mª Mercedes Martínez-Aznar[3]

[1] Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Rey Juan Carlos (Madrid).
[2] Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Piura (Perú).
[3] Facultad de Educación – C.F.P. Universidad Complutense de Madrid. inigo.rodriguez@urjc.es.

RESUMEN

En el marco de la formación inicial del profesorado de física, se estudian los niveles de desempeño asociados a la planificación de la investigación "¿Qué pelota bota más?". Los objetivos se centran en describir y categorizar la capacidad para reformular el problema, enunciar hipótesis e identificar y controlar variables, así como en analizar los cambios en dichas competencias en el transcurso del proceso formativo. A partir de los informes individuales iniciales y finales de un grupo-clase, y con métodos de análisis oportunos, se encuentran niveles máximos de logro que van desde el 27% para la emisión de hipótesis hasta el 53% para la identificación y control de variables, capacidad donde el cambio resulta estadísticamente significativo ($Z=-2.878$, $p<0.01$). Finalmente, se describen dificultades y avances en la construcción de la competencia científica por parte del futuro profesorado.

Palabras clave: formación inicial del profesorado de secundaria; indagación; Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI); competencia científica; cinemática.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado requiere dotar a los futuros profesores de competencias científicas y didácticas para su transferencia a las aulas. Dentro de las competencias didácticas, actualmente se pueden destacar las relacionadas con metodologías de carácter indagativo, que asumen planteamientos socioconstructivistas sobre el aprendizaje. Es decir, están centradas en al alumnado, demandan explicitar las concepciones sobre los retos planteados, suponen el diseño de estrategias de resolución a partir de hipótesis e implican la resolución y análisis de los resultados en grupos cooperativos (Inkinen et al., 2020).

Más allá de sus beneficios, es necesario considerar las dificultades que estas actividades acarrean. En este sentido, los futuros profesores pueden tener carencias sobre contenidos y metodología científica y disponer de creencias profesionales que dificultan el uso de la indagación (García-Carmona, 2020).

En esta comunicación se describe la actividad "¿Qué pelota bota más?", dirigida a la formación inicial de profesores de física. Se analiza la evolución de ciertas dimensiones de la competencia científica durante la propuesta formativa, lo que permite visualizar los logros y dificultades del futuro profesorado de secundaria en un primer contacto con la indagación.

ENFOQUES INDAGATIVOS

En la didáctica de las ciencias experimentales, los enfoques indagativos se consideran facilitadores de los aprendizajes a la par que motivadores y, por ello, muy apropiados para la formación inicial del profesorado. Entre estos enfoques, la resolución de problemas constituye uno de los más exigentes tanto para el alumnado como para el profesorado (Prince y Felder, 2007).

Dentro de las posibles metodologías de tipo heurístico, para resolver situaciones problemáticas abiertas, se encuentra la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) que consta de 5 fases: i. Análisis cualitativo de la situación; ii. Emisión de hipótesis; iii. Diseño de estrategias; iv. Resolución del problema y v. Análisis de resultados (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016). Estas etapas abarcan a su vez diversas capacidades como la reformulación del problema en términos operativos (i.) o la identificación y control de las variables (iii.), y deben entenderse de forma flexible.

Las investigaciones empíricas sobre la aplicación de la MRPI en los distintos niveles educativos ponen de manifiesto su adecuación para la construcción de la competencia científica y para conseguir el aprendizaje por cambio conceptual (Rodríguez-Arteche, Martínez-Aznar y Garitagoitia, 2016; Rosa y Martínez-Aznar, 2019).

OBJETIVOS

El trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre la formación inicial del profesorado en torno a la indagación, a través de la resolución de situaciones problemáticas con la MRPI. En este caso, se analiza el desempeño del futuro profesorado en dimensiones de la competencia científica asociadas a la planificación de investigaciones.

Así, para el problema abierto objeto del trabajo, y a partir de las producciones individuales de los estudiantes sobre la reformulación del problema, la emisión de hipótesis y la identificación y control de variables, se plantea:

- Describir y categorizar los componentes teóricos propuestos.
- Analizar los cambios sucedidos entre el momento inicial y final del desarrollo de la propuesta formativa.

Metodología

La investigación se realiza durante la asignatura de "Física I y su Didáctica", dirigida a futuros profesores de secundaria que cursan la especialidad de Matemáticas y Física de la Universidad de Piura (Perú). Esta es la primera de tres asignaturas semestrales en torno a la didáctica de la física, y en ella se tratan contenidos básicos de esta disciplina y se da especial importancia al trabajo experimental, así como a la formación en la competencia científica. La muestra la conforman la totalidad de estudiantes matriculados (8 mujeres y 7 hombres, con edades entre los 18-21 años).

Metodología de aula

Dentro del programa de la asignatura, uno de los objetivos es propiciar la adquisición de la competencia "Indaga" del currículo de Perú y sus respectivas capacidades. Para esta finalidad, se presenta la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) y se ejemplifica con situaciones problemáticas de baja dificultad conceptual como, por ejemplo, "¿Qué papel absorbe más?" (Rodríguez-Arteche et al., 2016).

A continuación, se presenta la situación problemática objeto del presente trabajo, "¿Qué pelota bota más?", que se resuelve utilizando una plantilla de la MRPI en un total de 6 sesiones de 50 minutos. El futuro profesorado trabaja en grupos y cuenta con la orientación de los formadores, quienes proporcionan los andamiajes necesarios.

En la sesión 1, los estudiantes plantean individualmente la resolución de las tres primeras fases de la MRPI, antes de realizar la parte experimental. Ya en grupos, en la sesión 2 ponen en común sus propuestas y acuerdan sus diseños experimentales. En las sesiones 3 a 5, ejecutan los diseños y los graban en vídeo, para poder analizar los resultados mediante la herramienta de análisis de vídeo Tracker. La sesión 6 se utiliza para que el alumnado organice el informe de resolución que se presenta una semana después. Finalmente, los estudiantes resuelven una prueba escrita individual (sesión 7), que entre otras cuestiones indaga sobre las dimensiones competenciales incluidas en la MRPI.

Recogida y análisis de datos

Para alcanzar los objetivos, se dispuso de los informes elaborados a partir de una plantilla estandarizada, un documento que refleja las distintas fases y procesos contemplados en la MRPI (Rodríguez-Arteche et al., 2016). En la presente investigación, únicamente se analizan las producciones individuales elaboradas al inicio (sesión 1) y al término de la propuesta (sesión 7).

Para el primer objetivo, se realizan análisis de contenido de las producciones individuales, para profundizar en elementos como la operativización o la adecuación del lenguaje científico utilizado en la reformulación del problema, o la identificación de las variables implicadas.

Para el segundo objetivo, se diseñan rúbricas ad hoc con 5 niveles de logro para las dimensiones competenciales consideradas (tres primeras fases de la MRPI): reformulación del problema, emisión de hipótesis e identificación y control de variables. En este proceso, se recurre a la revisión de otros trabajos de la literatura sobre la evaluación de la indagación (Ferrés, Marbà y Sanmartí, 2015). En general, las aportaciones se clasifican como de Nivel 4 (muy satisfactorias), Nivel 3 (satisfactorias, aunque con alguna carencia), Nivel 2 (intermedias, con algunas carencias o errores), Nivel 1 (inadecuadas, con carencias o errores relevantes) o Nivel 0 (irrelevantes o no contestan). A modo de ejemplo, se incluye la rúbrica correspondiente a las hipótesis:

- Nivel 4: Expresan enunciados operativizados, falsables y coherentes con la situación problemática.
- Nivel 3: Expresan enunciados falsables y coherentes con la situación problemática, pero sin operativizar.
- Nivel 2: Expresan enunciados coherentes con la situación problemática, pero no falsables (por ej.,

contienen un "porque" no demostrable con el material disponible) o formulados incorrectamente (por ej., se dice "posiblemente").

- Nivel 1: Entremezclan varias hipótesis, expresan suposiciones en vez de hipótesis o confunden esta capacidad con la reformulación del problema.
- Nivel 0: No contestan o sus aportaciones no son relevantes.

Para analizar los cambios en el transcurso de la propuesta, se recurre a la prueba no paramétrica de Wilcoxon asumiendo como hipótesis nula que no existen diferencias significativas entre los niveles de logro iniciales y finales del futuro profesorado de secundaria. Además, se calcula el tamaño del efecto a través del indicador propuesto por Pallant (2010): $r = Z/(n_x+n_y)^{1/2}$, donde Z es el estadístico de Wilcoxon y n_x y n_y corresponden al número de participantes al inicio y al final (15 en ambos casos). Este parámetro se interpreta como despreciable ($r < 0.1$), pequeño ($0.1 \leq r < 0.3$), mediano ($0.3 \leq r < 0.5$) o grande ($0.5 \leq r$).

Resultados

El apartado se organiza según los objetivos propuestos, aportándose datos para cada una de las dimensiones de la competencia científica.

Primer objetivo

Más allá del análisis de los niveles de logro alcanzados al inicio y al final de la intervención, y por la relevancia de un análisis pormenorizado de las respuestas de los participantes, la Tabla 1 refleja las variables dependientes consideradas por el futuro profesorado en sus reformulaciones. Estos datos se organizan según su calidad, atendiendo a criterios como la conversión del enunciado en una propuesta precisa y coherente con el problema, la terminología utilizada o el error experimental que subyace en la resolución.

Tabla 1: Categorización de las reformulaciones realizadas por el futuro profesorado

			INICIAL		FINAL	
REFORMULACIÓN	OPERATIVIZACIÓN	LENGUAJE CIENTÍFICO	ESTUDIANTES (E)	%	ESTUDIANTES (E)	%
Coeficiente de restitución	√	√	---	---	8,10,12,15	27
Altura alcanzada	√	√	3	7	5,6,7,11	27
Tiempo en detenerse	√	√	14	7	---	---
Número de toques	√	x	1	7	---	---
Número de saltos	√	x	15	7	---	---
Número de botes	x	x	2,8,11,13	27	1,2,3,4	27
Alejamiento de la superficie	x	x	5	7	---	---
Tiempo de caída	x	√	9,10	13	---	---
No contemplada	---	---	4,6,7,12*	27	9,13,14**	20

Los estudiantes se identifican de forma numérica (E1, E2, …, E15).

* Se incluyen los enunciados no reformulados (n = 2) y no planteados (n = 2).

** Se incluyen los enunciados no reformulados (n = 1) y no planteados (n = 2).

En el momento inicial los estudiantes encuentran dificultades en esta capacidad, llegando a proponer diseños incoherentes con el problema (p.ej., tiempo de caída de las pelotas), ambiguos (p.ej., alejamiento de la superficie), con una operativización parcial (p.ej., cuantificar "botes"), lenguaje cotidiano (p.ej., toques o saltos) o errores experimentales relevantes (p.ej., tiempo en detenerse). No obstante, en el momento final de la propuesta se percibe un cambio acusado, pues 8 estudiantes (53%, Tabla 1) proponen enunciados operativos en términos de la altura o del coeficiente de restitución. Estos datos suponen un respaldo de la metodología de aula desarrollada, y máxime teniendo en cuenta la dificultad que puede suponer el aprendizaje de esta dimensión competencial –incluso a nivel universitario- en una fase de familiarización con la indagación (Graves y Rutherford, 2012).

En relación con las hipótesis, en la Tabla 2 se presentan ejemplos extraídos de los informes iniciales y finales.

Tabla 2: Categorización de las hipótesis emitidas por el futuro profesorado

NIVEL	EJEMPLOS	INICIAL (%)	FINAL (%)
4	"La pelota saltarina será la que tenga mayor coeficiente de restitución, es decir, botará más (E10, final)".	7	27
3	"La pelota que bote más será aquella que esté más inflada (E1, inicial)".	53	47
2	"La pelota de goma bota más por lo flexible que es (E4, final)".	27	27
1	"La pelota que se mantenga más tiempo dando botes será la que bote más (E12, inicial)".	13	0

Los estudiantes se identifican de forma numérica (E1, E2, …, E15).

Según se observa, la emisión de hipótesis conlleva dificultades como confundirla con la reformulación (N1), identificar relaciones causa-efecto no falsables con el material y los instrumentos disponibles (N2) u omitir la operativización del fenómeno (N3). Varias de estas dificultades se mantienen al final de la propuesta, poniendo de relieve la complejidad de una capacidad que resulta clave en la resolución de situaciones problemáticas (Ferrés et al., 2015).

En cuanto a la identificación de las variables dependiente (VD), independiente (VI) y de control (VC), la Tabla 3 da cuenta de dificultades notables al inicio de la intervención. Así, en ninguna de las variables implicadas en el problema se logra que el 50% de los participantes la expliciten de manera adecuada.

Tabla 3: Identificación de las variables dependiente (VD), independiente (VI) y de control (VC) al inicio y al final de la intervención

VARIABLES		INICIAL (%)	FINAL (%)
VD	Coeficiente de restitución	0	33
	Altura alcanzada	13	27
	Número de botes	33	33
	TOTAL	47	93
VI	Tipos de pelotas	27	87
VC	Altura de caída	47	87
	Superficie de impacto	20	67

La Tabla 3 solo refleja las respuestas adecuadas en ambos momentos (en el caso de la VD, se incluyen tres posibles respuestas adecuadas). Cabe señalar que al inicio del proceso los participantes llegan a identificar un total de 11 VD diferentes, 11 VI y 15 VC. En cambio, al final del proceso se observa una mejoría acusada en la explicitación de las variables, que son identificadas correctamente por más del 80% del futuro profesorado y tienen una menor dispersión. Este avance también se ha detectado en otras intervenciones del grupo de investigación (Rodríguez-Arteche et al., 2016).

Segundo objetivo

Aquí se analiza el desarrollo de las competencias asociadas a la planificación de investigaciones. Para ello, una vez codificadas las producciones de los participantes en niveles de logro N0-N4, se elaboran diagramas de Bliss para reflejar su evolución entre los momentos inicial y final (Figura 1). En el cuadro de cada elipse se indica el número de estudiantes y el nivel en el que se encuentran en la sesión 1. Las transiciones a niveles diferentes a lo largo del proceso se indican con flechas.

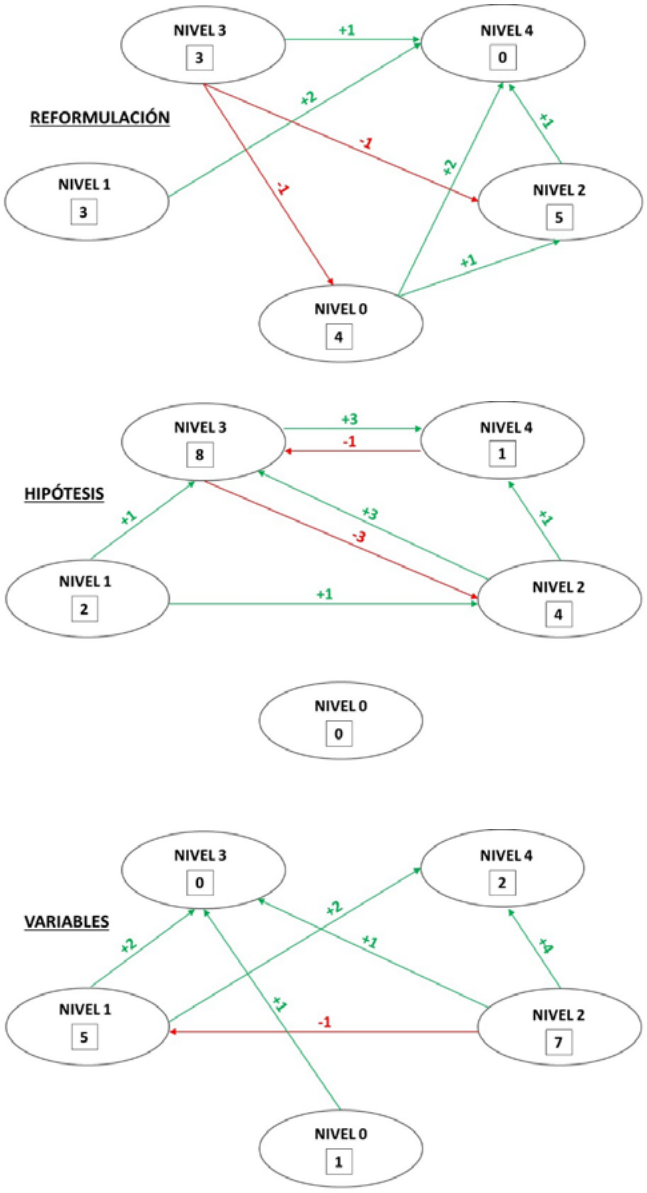


Figura 1: Diagramas de Bliss de evolución en las capacidades de i. reformulación, ii. emisión de hipótesis e iii. identificación y control de variables. (+): estudiantes con tránsitos a niveles de logro superiores; (–): tránsitos a niveles inferiores

Como se desprende de los diagramas, para la reformulación de la situación problemática se produce una evolución favorable de 7 estudiantes hacia niveles más elevados de capacidad; solo 2 retroceden y otros 6 alcanzan el máximo nivel de logro. Para el caso de la emisión de hipótesis, 9 estudiantes avanzan, 4 retroceden y solo 4 consiguen enunciados totalmente correctos, lo que refleja la dificultad que conlleva este proceso científico. Por último, para la identificación y control de variables se produce la evolución más destacable, y solo 3 estudiantes (20%) se mantienen en los niveles 1 o 2 al final del proceso formativo. Aquí cabe destacar que un Nivel 4 conlleva identificar adecuadamente la VD, VI y, al menos, dos VC. En un Nivel 3 se cumplirían dos de los requisitos anteriores y, en el Nivel 2, solo uno. En el Nivel 1 las variables aparecerían entremezcladas o formuladas de modo impreciso.

Para un mejor análisis de los cambios en las capacidades que configuran la planificación de investigaciones, se realiza un análisis estadístico cuyos resultados se muestran en la Tabla 4. Como se observa, solo se puede hablar de cambio a lo largo del proceso de resolución, desde un punto de vista estadístico, para la identificación y control de variables.

Tabla 4: Valores del estadístico de Wilcoxon (*Z*) y del tamaño del efecto (*r*) en las tres dimensiones competenciales

	REFORMULACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES
Z	−1.788	−1.615	−2.858*
R	+0,33 (mediano)	+0,29 (pequeño)	+0,52 (grande)

* $p < 0.01$

CONCLUSIONES

El desarrollo de la competencia científica por parte de la ciudadanía requiere de un profesorado que se haya formado en dichas competencias, es decir que tenga experiencias personales sobre las dificultades y metodologías que posibilitan dichos aprendizajes. En este sentido, se presenta una experiencia en el ámbito de la cinemática para evaluar la construcción de conocimientos y capacidades ligados a la planificación de investigaciones. Se pone de relieve la complejidad que supone la operativización y uso correcto del lenguaje a la hora de reformular situaciones problemáticas abiertas (Graves y Rutherford, 2012) o las dificultades de estos alumnos universitarios a la hora de emitir hipótesis (García-Carmona, 2020). No obstante, los resultados más favorables alcanzados para la identificación y control de variables, con un tamaño del efecto grande (r = 0.52), animan a desarrollar experiencias como la actual con el fin de mejorar los niveles de competencia científica del futuro profesorado de secundaria y que, con ello, se promueva un uso de la indagación más consciente de los beneficios y retos que esta estrategia acarrea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferrés, C. Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(1), 22-37. DOI:

http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03

García-Carmona, A. (2020). Prospective elementary teachers' abilities in tackling a contextualized physics problem as guided inquiry. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *42*, e20190280. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0280

Graves, C. y Rutherford, S. (2012). Writing a scientific research ("testable") question: The first step in using

online data sets for guided inquiry assignments. *Journal of College Science Teaching*, *41*(4), 46-51. Recuperado de: www.jstor.org/stable/43748540

Inkinen, J., Klager, C., Juuti, K., Schneider, B., Salmela-Aro, K., Krajcik, J. y Lavonen, J. High school students' situational engagement associated with scientific practices in designed science learning situations. *Science Education* (2020). DOI:

https://doi.org/10.1002/sce.21570

Pallant, J. (2010). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Buckingham: Open University Press.

Prince, M.J. y Felder, R.M. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, *36*(5), 14-20. Recuperado de: www.jstor.org/stable/42992681

Rodríguez-Arteche, I. y Martínez-Aznar, M.M. (2016). Introducing inquiry-based methodologies during initial secondary education teacher training using an open-ended problem about chemical change. *Journal of Chemical Education*, *93*(9), 1528-1535. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b01037

Rodríguez-Arteche, I., Martínez-Aznar, M.M. y Garitagoitia, A. (2016). La competencia sobre planificación de investigaciones en 4º de ESO: un estudio de caso. *Revista Complutense de Educación*, *27*(1), 343-365. DOI:

https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.46356

Rosa, D. y Martínez-Aznar, M.M. (1983). Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, *37*(2), 25-42. DOI:

https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2541

CF.55 El reto de la alfabetización genética en la sociedad actual: análisis en la formación inicial del profesorado de Secundaria.

Beatriz Cara[a*], Francisco González-García[b] y Anabella Garzón[a]

[a]Departamento de Educación. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. bcara@ual.es [b]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

RESUMEN

La humanidad está tomando decisiones sobre su evolución y la de otras especies a consecuencia de los avances en Genética: humanos editados para no contraer VIH, test genéticos comerciales, OMGs, etc... Pero ¿se está formando a la población a la misma velocidad que se suceden estos avances científicos? ¿Está formado adecuadamente el futuro profesorado para seguir los avances en Genética y tratar estas controversias socio-científicas en sus aulas? Para responder a esta pregunta, se ha analizado el nivel de alfabetización genética de estudiantes del Máster de Profesorado (especialidad de Biología y Geología) de las universidades de Almería y Granada. Para ello se ha utilizado el instrumento de evaluación GLAI. Los resultados indican que, si bien el profesorado en formación posee buenos conocimientos de Genética, aquellos aspectos relacionados con "genética y sociedad" son los peor asimilados.

Palabras clave: alfabetización genética; formación inicial del profesorado; ciencia-tecnología-sociedad; didáctica de las ciencias; Educación Secundaria.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Dados los espectaculares avances en Genética y Biología Molecular de los últimos tiempos (secuenciación rápida y económica de genomas completos, técnicas de edición genética relativamente sencillas, mejor conocimiento de los mecanismos de regulación génica, etc.), el ser humano ha desarrollado herramientas poderosísimas que le están haciendo decidir sobre cuestiones trascendentales en su historia como especie. Según el mismísimo científico ilustre Ginés Morata "el desarrollo intelectual/tecnológico de nuestra especie la ha hecho esencialmente inmune al proceso de selección natural, por lo tanto, las reglas evolutivas normales nos afectan poco o nada en la actualidad. La tecnología del ADN ofrece un nuevo paradigma social; podrá cambiar completamente la propia esencia del ser humano, su propio futuro biológico, su propia evolución." (Morata, 2008). Y no solamente puede cambiar la evolución de su propia especie sino también la de otras que le resulten de interés en el planeta.

A modo de ejemplo, desde el año 1988 en España es posible practicar la selección de embriones mediante diagnóstico preimplantacional para evitar la transmisión de enfermedades hereditarias graves a los descendientes (Ley 35/1988, de 22 de noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida). En cuanto al diagnóstico prenatal, desde que en 1997 se demostrara la presencia de ADN fetal en sangre periférica materna (Lo, et al., 1997), se han desarrollado numerosos test genéticos no invasivos que permiten la detección precoz de anomalías cromosómicas en el feto con tan sólo 10-12 semanas. Pero sin duda el más notable hecho de alteración de manera artificial (e ilegal) de la propia evolución del ser humano ha sido el llevado a cabo a finales de 2018 en China, donde se han modificado genéticamente dos embriones humanos mediante la técnica CRISPR con el fin de evitarles un futuro contagio por el virus del SIDA. Ese embarazo llegó a término y ahora son dos gemelas editadas genéticamente, Lulú y Nana, con posibilidad de descendencia, que caminan entre nosotros. Por primera vez en la historia, una especie ha tenido la capacidad de alterar "a voluntad" su propia línea germinal después de cientos de miles de años de evolución. Desde el punto de vista ético, ¿debería la sociedad permitir en un futuro seguir mejorando su especie "a la carta" para evitar enfermedades o debemos dejar de lado estos avances?

Asimismo, existen experimentos realizados en la mosca *Drosophila* y el gusano *Caenorhabditis elegans* que inducen a pensar que manipulando simplemente uno o unos pocos genes sería posible incrementar significativamente la duración de la vida de los seres humanos (Clancy et al., 2001). ¿Deberíamos permitir la aplicación de esta experimentación en pro de que nuestros futuros descendientes puedan disfrutar de más años de vida o, a pesar de desarrollar la capacidad, deberíamos de mirar a otro lado y dejar que siga siendo la propia naturaleza aleatoria de las mutaciones la que nos conceda o no ese privilegio?

Las herramientas biotecnológicas y la capacidad humana están ya prácticamente desarrolladas y en algunos casos, lo están en toda su extensión. Pero, ¿es consciente la sociedad y está preparada para decidir sobre estos hechos que afectan a todos los seres vivos del planeta? ¿Se está formando a la población a la misma velocidad que se suceden estos avances científicos? Resulta imprescindible que la ciudadanía pueda tomar sus propias decisiones basadas en los conocimientos adquiridos durante su etapa de formación obligatoria. En el caso de España, aún con los sucesivos cambios de leyes educativas que se han dado desde 1990, la Genética siempre se ha impartido en el último año de la educación secundaria obligatoria. Sin embargo, al ser la materia de Biología una optativa de este último curso, el resultado es que solo aquel alumnado que opta por las materias de Ciencias llega a tener una alfabetización básica en estos contenidos. Esta situación reincide en el problema anteriormente comentado. ¿Puede entender algo, la ciudadanía en general, sobre alimentos manipulados genéticamente o sobre los test genéticos comerciales que proliferan en páginas web como 24Genetics o 23andMe (https://24genetics.com/es/; https://www.23andme.com/en-int/) si ni siquiera han estudiado la naturaleza del material genético o dónde se localiza o como se puede transmitir?. Como dato interesante señalar que estos últimos test genéticos incluso son productos regalados en fechas señaladas a través de Amazon. Y, por otro lado, ¿está formado adecuadamente el profesorado de los centros educativos para seguir el día a día de los nuevos avances y tratar estas controversias socio-científicas en sus aulas?

Con el objetivo de dar respuesta a estas preguntas hemos llevado a cabo un estudio donde se analiza el nivel de alfabetización genética en distintas poblaciones de la sociedad. En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional, en la especialidad de Biología y Geología, durante dos cursos consecutivos (23 estudiantes en 2018/19 y 42 estudiantes en 2019/20) en las Universidades de Almería (28 estudiantes) y Granada (37 estudiantes).

METODOLOGÍA

Para conocer el nivel de alfabetización genética de los futuros profesores y profesoras de Educación Secundaria de la especialidad de Biología y Geología se utilizó el instrumento de evaluación GLAI previamente validado y que ha demostrado su utilidad y fiabilidad para este cometido (Bowling et al., 2008a, Bowling et al., 2008b). El instrumento de evaluación ha consistido en un cuestionario de 27 preguntas cerradas de opción múltiple (5 opciones de respuesta) y elección simple (sólo una opción es verdadera) que aborda 17 conceptos identificados como centrales para la alfabetización genética dentro de seis áreas de contenido: la naturaleza del material genético, transmisión, expresión génica, regulación génica, evolución y genética y sociedad. Se utilizó la aplicación gratuita on-line de Formularios de Google para proporcionar la encuesta al alumnado, quienes pudieron contestar desde sus propios smartphones en la misma clase. De este modo se consigue que los estudiantes no busquen información adicional o consulten con el resto de los compañeros para elaborar sus respuestas. Todas las respuestas obtenidas son fruto de lo que los estudiantes conocían en ese mismo instante en que se suministró la encuesta. Tampoco existe la posibilidad de volver al cuestionario a cambiar respuestas una vez se ha pulsado la opción de enviar.

Los resultados obtenidos durante los dos cursos y en las Universidades de Almería y Granada fueron recogidos y extraídos de la aplicación en formato Excel para su posterior análisis. La población analizada ha sido de 65 estudiantes en total.

RESULTADOS

En la Figura 1 se pueden comprobar las diferentes características de la población encuestada. Fueron principalmente estudiantes menores de 30 años de los cuales el 59% eran del sexo femenino y la titulación mayoritaria fue la de Bilogía con un 54% del total. La gráfica D de la Figura 1 ilustra el porcentaje de preguntas correspondientes a cada uno de los contenidos de Genética en los que se distribuye el instrumento de evaluación.

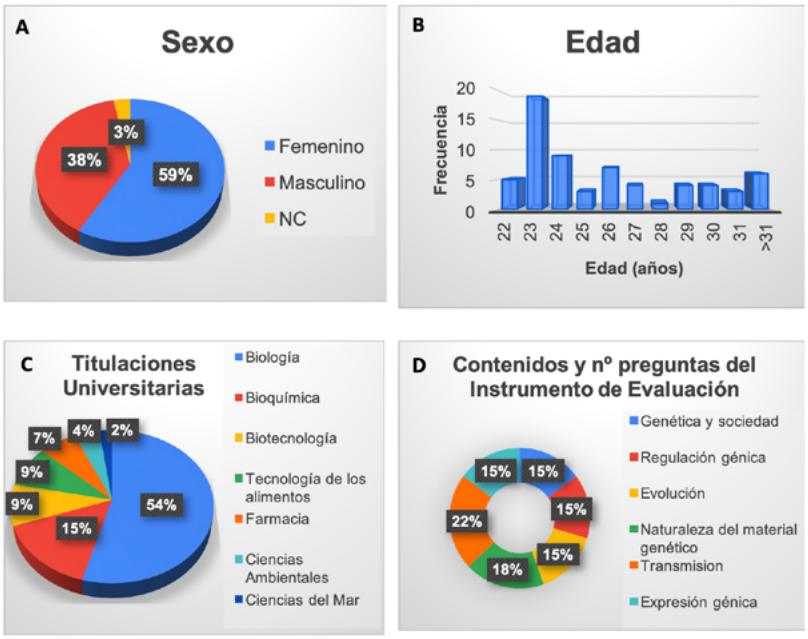


Figura 1. Características de la población encuestada y del instrumento de evaluación. A. Perfil de género. B. Frecuencias de edad del alumnado. C. Porcentaje de alumnado según su titulación. D. Porcentaje de preguntas de cada contenido de Genética analizado en el instrumento GLAI.

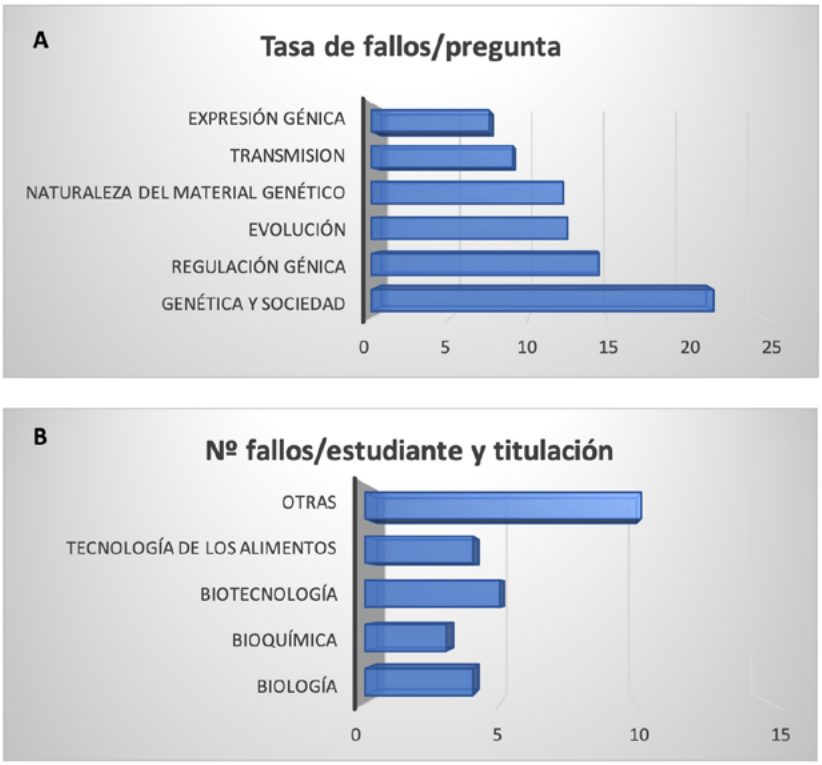


Fig. 2. Análisis de errores. A. Según contenidos de Genética. B. Según la titulación principal del alumnado (Otras = suma de estudiantes de Farmacia, Ciencias Ambientales y Ciencias del Mar).

La gráfica A de la Figura 2 ilustra la distribución de la tasa de errores por contenidos temáticos. Esta tasa ha sido calculada dividiendo el número de fallos totales para ese contenido entre el número de preguntas que el instrumento tenía sobre ese mismo contenido. De este modo se pretende evitar el desvío de la tendencia simplemente porque haya un mayor número de preguntas en relación a ese contenido respecto a otros. Claramente se puede observar como las preguntas relacionadas con los temas de "Genética y Sociedad" son las peor conocidas por el alumnado. Seguidamente, las cuestiones relacionadas con la regulación génica y concretamente las relacionadas con la interacción genoma-medioambiente fueron las segundas peor conocidas. Por otro lado, aquellos ítems relacionados con la expresión y transmisión de los genes son los que obtuvieron un menor número de fallos.

En cuanto a la distribución de errores del alumnado atendiendo a las titulaciones universitarias de las que proviene (Figura 2B) podemos ver como las titulaciones de Biología, Bioquímica, Biotecnología y Tecnología de Alimentos presentan una distribución bastante similar, siendo 4 ± 1 el número promedio de fallos por estudiante. La tendencia apunta a que el alumnado de otras titulaciones como Farmacia, Ciencias Ambientales y Ciencias del Mar presentan un nivel más bajo de alfabetización en Genética, dado que su promedio de preguntas falladas fue más del doble (10 ± 2) en relación al resto de las titulaciones estudiadas. Este hecho concuerda con el menor contenido de Genética a lo largo de los planes de estudios de dichas titulaciones. Si bien es cierto que sería necesario repetir este estudio con un número mayor de participantes de estas otras titulaciones para comprobar si la tendencia se mantiene.

CONCLUSIONES

La conclusión principal que se deriva de nuestros resultados es que, de forma genérica, el nivel de alfabetización en Genética de los futuros profesores y profesoras de Educación Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional de la especialidad de Biología y Geología es bueno dado que el número de fallos promedio/estudiante fue de 4/27 preguntas para el 87% de la población estudiada (provenientes de las titulaciones de Biología, Bioquímica, Biotecnología y Tecnología de los alimentos). Sin embargo, el alumnado de otras titulaciones como Farmacia, Ciencias Ambientales o Ciencias del Mar parecen tener una menor formación en estos aspectos, si bien sería necesario repetir el estudio con una población mayor para verificar esta tendencia.

Del análisis llevado a cabo considerando las diferentes áreas de contenido del instrumento de evaluación, hemos podido observar que aquellos relacionados con "genética y sociedad" son los que han presentado un mayor número de fallos. Esto nos indica que, dentro de los contenidos de Genética, aquellos que implican una aplicación práctica relacionada con la sociedad en la que vivimos, incluso con implicaciones éticas, son los peor trabajados o asimilados. Estos resultados concuerdan con una enseñanza descontextualizada de la realidad y basada principalmente en un aprendizaje memorístico.

Íñiguez y Puigcerver (2013) señalan diferentes propuestas para la incorporación de una enseñanza constructivista. Entre ellas, queremos reseñar aquella de importancia para el presente estudio en la que se propone el "uso de materiales y planteamientos didácticos que tengan en consideración aspectos motivadores, generando actitudes favorables en el alumnado y relacionados con temáticas actuales, como test genéticos, aplicaciones de la biotecnología, etc. ". En este sentido, las nuevas metodologías de enseñanza de las ciencias tales como la metodología de indagación podrían aportar grandes avances. La incorporación de ejemplos y referencias más próximos a los estudiantes es algo relativamente habitual en los textos de estudio actuales, aunque no siempre. La inercia en los ejemplos propuestos por los libros se mantiene en no pocas ocasiones (Garrido-Navas, 2012; Garrido-Navas y González-García, 2017). En tal caso, el profesorado debe aprovechar cualquier noticia, evento, circunstancia particular en el aula, etc… para introducir o relacionar el mundo cotidiano con los contenidos de su asignatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Morata, G. (2008). El siglo del gen. Biología molecular y genética. En Fronteras del conocimiento, Madrid, BBVA.

Lo, Y.M., Corbetta, N., Chamberlain, P.F., Rai, V., Sargent, I.L., Redman C.W., et al. (1997). Presence of fetal DNA in maternal plasma and serum. *Lancet*, *350*, 485-487.

http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(97)02174-0

Clancy, D., Gems, D., Harshman, L.G., Oldham, S., Stocker, H., Hafen, E., Leevers, S.J. y Partridge, L. (2001). Extension of Life-Span by Loss of CHICO, a Drosophila Insulin Receptor Substrate Protein. *Science*, *292*(5514), 104-106.

Bowling, B.V., Acra, E.E., Wang, L., Myers, M.F., Dean, G.E., Markle G.C., Moskalik, C.L. Y Huether, C.A. (2008a). Development and evaluation of a Genetics Literacy Assessment Instrument for Undergraduates. *Genetics*, *178*(1), 15-22; https://doi.org/10.1534/genetics.107.079533

Bowling, B.V., Huether, C.A, Wang, L., Myers, M.F., Markle G.C., Dean, G.E., Acra, E.E., Wray, F.P. y Jacob, G.A. (2008). Genetic Literacy of Undergraduate Non–Science Majors and the Impact of Introductory Biology and Genetics Courses. *BioScience*, *58*(7), 654–660. https://doi.org/10.1641/B580712

Íñiguez F.J. y Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 10*(3), 307-327. DOI: http://hdl.handle.net/10498/15441

Garrido-Navas, M.C. (2012). Análisis de los contenidos de Genética en los textos de 4ºESO. Trabajo Final de Máster de Formación del Profesorado. Universidad de Granada.

Garrido-Navas, M.C. y González-García, F. (2017). La genética en los textos de estudio de la Educación Secundaria Obligatoria: ¿se hace caso a la investigación didáctica?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *Num. Extra*, 1255-1260.

CF.56 Resultados preliminares de los maestros en formación sobre su percepción de la indagación como método para la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos

Jaime Delgado-Iglesias, Roberto Reinoso Tapia y Rosa Mª Villamañán Olfos

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. jaime.delgado.iglesias@uva.es

RESUMEN

El objeto del estudio es conocer la opinión que tienen los maestros en formación del Grado en Educación Primaria sobre la indagación como metodología para enseñar y aprender contenidos científicos (absorción, cristalización, fisiología vegetal y animal, flotabilidad) y si mejora su percepción de la Ciencia. Se utilizaron cuestionarios pretest y postest en un grupo de cerca de 60 alumnos tras realizar una actividad indagatoria. Los resultados indican que hay una perspectiva positiva a aplicar la indagación en su futura labor docente y la actitud de y hacia la Ciencia mejora. Se detectan obstáculos que evidencian una carencia relacionada con algunos procedimientos implicados en la indagación (formulación de hipótesis, identificación de variables). Se recomienda reforzar los contenidos disciplinares y los procedimientos de la indagación incidiendo en argumentación y pensamiento crítico.

Palabras clave: Indagación; actitud científica; maestros en formación; Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de la indagación como metodología para la enseñanza de contenidos científicos ineludiblemente es necesario hacer referencia al informe Science Education Now (Rocard et al., 2007). Este informe marcó el inicio del auge de esta metodología y de cómo su aplicación fue ampliamente utilizada, con mayor o menor éxito (Couso, 2014), auspiciada por las reformas establecidas desde las administraciones educativas (Guillén, 2009) y recomendaciones de las sociedades científicas (informe ENCIENDE, COSCE, 2011). La indagación en las aulas es considerada por algunos autores como un adecuado método para enseñar ciencias (Bevins y Price, 2016; Rosa, 2019; Lazonder y Harmsen, 2016, entre otros) si bien también hay investigadores con cierta reticencia respecto a esta metodología (Mayer, 2004). Algunos autores constatan que la indagación en las aulas no necesariamente asegura buenos resultados en pruebas diagnóstico, por ejemplo PISA, aunque mejore la actitud hacia la Ciencia (McConney et al. 2014). No obstante, quizá parte del problema radique en la concepción que cada profesor tenga de qué es "indagación" (Couso, 2014; Minner et al., 2010) aumentando la complejidad para buscar marcos teóricos comunes y que permitan comparar los resultados.

En relación al alumnado de titulaciones de maestro, es importante trabajar este aspecto con ellos con el fin de que cuando ejerzan su profesión posean una formación adecuada para trabajar la indagación en el aula. En ello se está trabajando desde hace tiempo, identificando dificultades y realizando propuestas de mejora (Gil-Quílez et al., 2008; Toma et al., 2017) para intentar que mejore la escasa utilización de la indagación en las aulas de Educación Primaria (Cortés et al., 2012).

El objeto de este trabajo es conocer la idea extraída por parte de los maestros en formación sobre la indagación (entendida de acuerdo al referente del National Research Council, 2012) y su intención de aplicarla en el aula, antes y después de haberla experimentado en sus propias clases de la titulación. Asimismo se pretende conocer cuáles son las dificultades que tienen para aplicarla, identificando los pasos donde encuentran más obstáculos y si mejoran sus conocimientos disciplinares y su visión de y hacia la Ciencia. La hipótesis de partida es que los maestros estarán más proclives a aplicar la indagación en el aula y que mejora su aprendizaje de contenidos científicos y su actitud hacia la Ciencia.

METODOLOGÍA

El trabajo consistió en conocer las perspectivas de los alumnos en cuanto a la posible aplicación de metodología por indagación en las aulas de Educación Primaria y su percepción de la Ciencia y de la propia metodología tras haber trabajado esta metodología en asignaturas de su propia titulación. Se llevó a cabo con alumnos del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Valladolid, concretamente en la asignatura "Didáctica de las Ciencias Experimentales" de 3º curso de la titulación.

Se le proporcionó al alumnado una serie de situaciones problemáticas fundamentadas en contenidos científicos (absorción, cristalización, fisiología vegetal y animal, flotabilidad) consistentes en supuestas circunstancias cotidianas protagonizadas por niños de edad escolar que les generaban una serie de preguntas y dudas. Los maestros en formación debían responder o emitir una solución aplicando la metodología basada en indagación. A partir de la situación problemática, los alumnos debían determinar cuál era la cuestión problemática extraída de la situación y preguntas del niño, transformarla en pregunta investigable, formular hipótesis, hacer un diseño experimental e identificar las variables para verificar las hipótesis, interpretar los resultados y emitir las conclusiones del estudio.

Se utilizaron dos instrumentos (basados en los utilizados por Greca, Meneses y Díez, 2017) consistentes en cuestionarios pre y post. El estudio no es longitudinal en su totalidad dado que no se han podido correlacionar todas las respuestas en ambos cuestionarios. La muestra es de carácter incidental en los dos momentos de la encuesta debido a que los cuestionarios fueron rellenados por los alumnos que estaban en ese momento en el aula.

La muestra está constituida por 56 elementos en la fase del cuestionario pretest previamente al inicio del trabajo y 19 elementos en el cuestionario postest después de haberlo acabado. El cuestionario pretest está constituido por las fases de la indagación (cuestión problemática, hipótesis, variables, etc...) ante un caso planteado a los estudiantes y una última pregunta sobre su opinión de la viabilidad para llevar a cabo procesos de indagación en las aulas de Educación Primaria y qué dificultades encuentran. El cuestionario postest es similar al descrito pero se le añaden cuatro cuestiones relacionadas con la percepción de su nivel de preparación para aplicar indagación en el aula, sobre su progreso en el aprendizaje de conocimientos científicos y sobre si ha habido cambio en la percepción de la Ciencia.

En este estudio, de carácter preliminar, solo se han considerado las cuestiones sobre las opiniones del alumnado en relación a la aplicación de indagación en el aula y las cuatro preguntas del cuestionario postest sobre percepción del nivel propio de competencias y sobre la Ciencia. El resto de preguntas se interpretarán en estudios posteriores.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Las respuestas a la pregunta "¿Consideras que se pueden llevar a cabo procesos de indagación análogos al anterior en las aulas de Educación Primaria? Señala las dificultades que puedes encontrar" en el cuestionario pretest, casi la totalidad de los encuestados (86%) contestaron que sí, exceptuando un estudiante que contestó que no y un 13% que dejó en blanco la pregunta. Sobre las dificultades que, a pesar de aplicar la metodología de la indagación, creen que encontrarán, muchos de los estudiantes (38%) consideran que la disposición de recursos es la principal dificultad que se puede plantear para aplicar esta metodología, seguida de dificultad de comprensión de conceptos (21%) por parte de los alumnos, tiempo disponible (11%), número de alumnos (5%) y del contexto social (2%). Es curioso que a pesar de que la mayor parte han respondido que la principal dificultad es la disposición de recursos, consideran que es factible aplicar indagación en las aulas, mientras que hay un estudiante que ha respondido que no es factible aplicar indagación aludiendo precisamente a la misma causa que sus compañeros: recursos.

En el cuestionario postest, en esta misma pregunta el 100% de las repuestas es afirmativa, exceptuando 3 estudiantes que la dejaron en blanco. Parece coherente este dato puesto que ya han experimentado en sí mismos la metodología de indagación en la asignatura cursada. Sobre las dificultades que observan, ahora que ya conocen más de cerca la indagación, se sigue centrando en mayor medida (aunque con ligera disminución) en la disponibilidad de recursos (materiales, espacios y tiempo) y organización y desarrollo en el aula-laboratorio (26%). Le sigue, como dificultad, la comprensión de conceptos científicos, de las actividades, sobre indagación y las ideas previas (20%) manteniéndose estas preocupaciones con respecto al cuestionario pretest, algo que es lógico que le genere incertidumbre debido a su papel de futuros formadores.

En el cuestionario postest también se les preguntó por aspectos positivos que estimen que emanan de la aplicación de la metodología de indagación. La mayor parte de las respuestas hacen referencia a que se utilizan experiencias de carácter práctico muy visuales y cercanas para el alumno. Otras respuestas relacionan la indagación en el aula con mayor motivación para el alumno o que trabajan en distintos contextos. Estas respuestas parecen derivadas de la visión pragmática que tienen los maestros en formación sobre la aplicación práctica enfocada al aprendizaje de sus futuros alumnos o como herramientas asequibles para su futura labor docente que les facilite su trabajo.

De manera más dispersa, hay respuestas que relacionan la metodología con problemas cotidianos y que fomenta la visión científica del entorno. Estas respuestas, aunque son minoritarias, se consideran muy positivas porque conecta con aspectos fundamentales de la naturaleza de la Ciencia y con perspectiva CTS.

En un tercer tipo de respuestas los alumnos manifiestan que con la indagación el aprendizaje es más fácil y que es más significativo, pero que también necesita de un buen tratamiento en el aula y voluntad por parte del

alumno. Una respuesta señala que la indagación permite realizar experimentos sencillos para ilustrar teoría. Estas respuestas se encontrarían dentro de una visión muy tradicional y clásica de la enseñanza de las Ciencias a través de actividades que escasamente fomentan la argumentación y el pensamiento crítico del alumno.

Los tres tipos de respuestas se podrían enmarcar en los tres tipos de marcos metodológicos que Couso (2014) señala para la indagación en las aulas. El primer tipo se encuadraría en el marco según el cual la indagación se utiliza para desarrollo de habilidades y competencias científicas. El segundo tipo se relaciona con el modelo de enseñar Ciencia como indagación o como medio para aprender la naturaleza de la Ciencia. Y el tercer tipo, más simple desde el punto de vista de habilidades científicas, se relacionaría con la indagación como canal para enseñar la Ciencia.

Otra pregunta del cuestionario postest fue "Te consideras preparado/a para planificar y llevar a cabo procesos de indagación científica con los alumnos de Educación Primaria. Qué apartado(s) de la secuencia de indagación te cuesta más planificar(los) y/o ejecutarlo(s)." El 74% de los encuestados respondieron afirmativamente, el 10% no contestó y el 16% respondió que no se creía preparado para aplicar esta metodología en sus futuras aulas. Hay que recordar que los alumnos realizaron un trabajo aplicando la indagación en la asignatura por lo que es factible justificar las respuestas afirmativas. Respecto a las respuestas negativas, las justifican con la presunción de que les faltan conocimientos de carácter disciplinar y sobre la metodología por indagación específicamente, trasmitiéndoles una sensación de inseguridad. Al menos hay que reconocer su sinceridad, lo que es positivo para ellos debido al carácter de autoevaluación que supone. En relación a la cuestión sobre lo que les costaba más planificar o ejecutar, de manera mayoritaria respondieron que "identificación de variables" (37%) y "planteamiento de hipótesis" (26%). De manera minoritaria respondieron "organización de la actividad y preocupación por la seguridad" y, anecdóticamente, hubo alguna respuesta (5%) relacionada con la "representación de resultados". Estos aspectos escasamente representados se relacionan con el ámbito procedimental y manipulativo, algo que se puede explicar por la novedad que supone para ellos esta metodología y el justificado miedo que constituye enfrentarse a una actividad por primera vez como responsables. Sin embargo, los aspectos mayoritarios (identificación de variables y planteamiento de hipótesis) son la base y fundamento de la metodología por indagación y de la propia actividad científica, manifestando una clara deficiencia del alumnado en el pensamiento crítico característico del ámbito científico.

El 100% de los encuestados manifiestan haber mejorado sus conocimientos científicos tras haber trabajado la indagación, lo que denota que, al menos en el campo conceptual, se han encontrado mejoras o progresos. En relación con la imagen sobre la Ciencia, el 74% asegura haber cambiado positivamente su imagen sobre la Ciencia mientras que el 26% señala que no, que sigue teniendo la misma visión de la Ciencia.

Finalmente, ante la pregunta de si les gusta más la Ciencia ahora que antes de experimentar la indagación como método de trabajo, la mayoría de encuestados revelan que sí le les gusta más que antes (68%), un encuestado dice no gustarle más que antes y el 26% indican que ya les gustaba antes y que ahora les gusta igual.

CONCLUSIONES

De la interpretación de las respuestas se extrae que los futuros maestros perciben la indagación, como método, de manera positiva y como cercanía a la experimentación y a ejercicios prácticos para el alumno escolar. No obstante, la idea de actividades prácticas en Educación Primaria tiene todavía un carácter tradicional y poco participativo en los maestros en formación. El problema de recursos y de organización y control en el aula-laboratorio es lo que les preocupa, inmediatamente por delante de la comprensión de conceptos científicos y de los propios procedimientos de la indagación. En el análisis de las respuestas parece que queda claro que la aplicación de la indagación en las aulas fomenta y promueve una mayor conciencia positiva sobre y hacia la Ciencia, con una significativa mejora de su imagen, resultando que les resulte más atractiva. En la misma línea, esa metodología también ayuda a mejorar el aprendizaje de contenidos científicos disciplinares, tanto del ámbito conceptual como procedimental y actitudinal.

Sin embargo, a pesar de esta visión optimista como resultado de aplicar la indagación para la enseñanza de las Ciencias y sin quitarle valor, existen otros aspectos que hay que considerar. Por una parte, perciben la indagación en el aula como un medio para aprender conceptos y contenidos y no como un fin para aprender Ciencia, sobre la Ciencia y su funcionamiento. Por otro lado, las dificultades que manifiestan después de haber experimentado con la indagación (formular hipótesis, identificar variables) refleja carencias en sus conocimientos sobre la propia indagación y sobre contenidos disciplinares implícitos en ella en las situaciones propuestas, algo que puede ser un inicio para paliar el limitado conocimiento sobre las Ciencias que señalaba Abell (2007).

Como implicación didáctica y recomendaciones ante la evidencia de una deficiencia conceptual y procedimental en la formación relacionada con la indagación, se sugiere que la enseñanza de la indagación como metodología se lleve a cabo cuanto antes en los maestros en formación para que vayan familiarizándose con los procedimientos. No hay que olvidar que los encuestados pertenecen al tercer curso de la titulación, habiendo tenido dos cursos anteriores donde se les puede introducir en la temática (y que en segundo curso hay una asignatura específica sobre contenidos científicos). Asimismo, se aconseja reforzar los contenidos disciplinares y los procedimientos concretos de la indagación. En este sentido, se recomienda, coincidiendo con Romero-Ariza (2017), tratar la indagación utilizando la argumentación y el pensamiento crítico con casos lo más ejemplarizantes posible y cercanos al alumnado. También se recomienda prestar atención a la dotación de material a las aulas dado que parece ser un aspecto que preocupa a los maestros en formación, siendo algo relativamente fácil de paliar a través de recursos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher knowledge. En S.K. Abell, N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.1105-1149). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.

Cortés, A. L., Gándara, M. de la, Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra, M., Arlegui, J. y Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 155-176.

COSCE (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.

Couso, D. (2014). De la moda del "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En: M.A. De las Heras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba y R. Jiménez (Coord.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*. (pp. 1-28), Huelva: Universidad de Huelva.

Gil-Quílez, M.J., Martínez Peña, M.B., De la Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J.M. y Cortés Gracia, A. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 63 (22,3), 81-100.

Greca, I., Meneses, J. y Díez, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16, 2, 231-256.

Guillén, A. (Coord.) (2009). *Educación científica "AHORA": el informe ROCARD*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Gobierno de España.

Lazonder, A.W. y Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, *20*(10), 1-38.

Mayer, R.E. (2004) Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14–19. DOI:10.1037/0003-066X.59.1.14

McConney, A., Oliver, M.C., Woods-McConney, A., Schibeci, R. y Maor, D. (2014). Inquiry, Engagement, and Literacy in Science: A Retrospective, Cross-National Analysis Using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980.

Minner, D., Levy, A. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496. DOI: 10.1002/tea.20347

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washinton, DC: The National Academies Press.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission. Community Research*. Recuperado de: http://ec.europa.eu/research/science-society/ document_library/pdf_06/report-rocard-onscience-education_en.pdf

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286–299.

Rosa, S. M. (2019). Proyectos de investigación en los estudios universitarios: progreso de la observación a la indagación. *Enseñanza de las ciencias*, *37*(1), 195-211.

Toma, R., Greca, I. y Meneses-Villagrá, J. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 442–457.

CF.57 Conocimientos, intereses y valoraciones de estudiantes de Bachillerato hacia una aplicación de la biotecnología en el medioambiente

Cristina Ruiz González[1y2], G. Enrique Ayuso Fernández[3] y Luisa López-Banet[4]

[1]IES Nerpio (Albacete), [2, 3 y 4] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. cristina.ruiz8@um.es

RESUMEN

La Educación Secundaria debe garantizar una alfabetización científica que permita comprender la ciencia, al tiempo que facilite la participación social del alumnado en los debates que se generan en torno a esta. Una de las áreas apropiadas para estos planteamientos es la biotecnología, con aplicaciones en ámbitos como la salud, alimentación, medioambiente o industria, que conduce, además, a controversias sociocientíficas. En esta comunicación, presentamos el conocimiento sobre aplicaciones biotecnológicas de estudiantes que se encuentran en Bachillerato y el interés que las mismas suscitan, para analizar posteriormente cómo argumentan sus posiciones respecto a la biorremediación. Entre las conclusiones, identificamos un escaso conocimiento de las aplicaciones en diferentes ámbitos, así como una posición a favor de las relacionadas con el cuidado del medioambiente.

Palabras clave: argumentación; biorremediación; conocimiento; controversia sociocientífica; interés.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales papeles que tiene la enseñanza de las ciencias es el de promover que el alumnado desarrolle un conocimiento profundo de aquello que le rodea y dotarlo de un discurso relevante sobre la ciencia en la vida cotidiana. La biotecnología constituye un área de la ciencia que cada vez está adquiriendo mayor impacto en nuestra sociedad (Dawson, 2007), al aplicar, según la OCDE (2005, p.9), "la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos o modelos de estos con el fin de alterar materiales vivos o inertes para la producción de conocimientos, bienes y servicios". El aumento de las investigaciones en biotecnología está suponiendo una mayor presencia de la misma en los currículos de ciencias y, en concreto, en España hay contenidos relacionados con la misma en las asignaturas Biología y Geología en 4º de Educación Secundaria Obligatoria, en Cultura Científica de 1º de Bachillerato y en Biología de 2º de Bachillerato (MECD, 2015). Con esta comunicación, se pretende aportar una visión general de los conocimientos sobre diferentes aplicaciones biotecnológicas y el interés que suscitan las mismas en un grupo de estudiantes de Bachillerato y mostrar cuáles son los conocimientos y valores en los que se basan para justificar sus opiniones sobre la biorremediación.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza de las ciencias no solo tiene que centrarse en los contenidos de la materia, sino también en una estrategia de enseñanza, que incluya el discurso y el uso social de la ciencia, como es la argumentación en controversias sociocientíficas (CSC en adelante) (Christenson (2015). La biotecnología suscita controversias sociales por las posibles afecciones a la salud humana, el medioambiente o la economía de algunas de sus aplicaciones, provocando debates éticos (AbuQamar, Alshannag, Sartawi, e Iratni, 2015). Por ello, entre las CSC, las aplicaciones de la biotecnología ocupan un lugar destacado (Fritz et al., 2003).

Diversas investigaciones muestran que el conocimiento suele ser mayor en el ámbito sanitario, como la producción de biofármacos (Lieshout y Dawson, 2016) o en el alimentario, como los transgénicos (Occelli, Vilar y Valeiras, 2011), pero menor en su uso ambiental o industrial (Gardner y Troelstrup, 2015). Con respecto al uso de microorganismos en procesos biotecnológicos, se ha establecido que estudiantes de 15 y 16 años los aceptan (Dawson y Schibeci, 2003), y también en el tratamiento de aguas residuales (Usak et al., 2009). En cuanto al interés, trabajos como el de Kidman (2010) muestran que estudiantes de los años finales de la educación secundaria sienten que la bioética, las pruebas prenatales y la clonación humana deben incluirse en sus lecciones de Biología, y que las pruebas de paternidad para usos humanos generan más interés que la biotecnología agrícola.

Se ha investigado también sobre los conocimientos y valores que estudiantes de 2º de Bachillerato emplean en sus argumentaciones respecto a los alimentos transgénicos, apreciando que, con frecuencia, fundamentan los aspectos beneficiosos de los mismos en valores económicos. Sin embargo, a la hora de justificar sus desventajas, suelen fundar las mismas en factores ambientales o de salud (Ruiz, Banet, López-Banet y Ayuso, 2018). También, se ha indagado sobre la biotecnología industrial (Ruiz, Ayuso y López-Banet, 2019), estando entre los valores que utiliza el alumnado para justificar sus posiciones a favor o en contra, el carácter económico y ambiental, aunque de nuevo, les preocupa la salud.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta las dificultades que se han mostrado en la bibliografía, en este trabajo se pretende alcanzar dos objetivos:

Objetivo 1: Determinar cuáles son los conocimientos e intereses sobre biotecnología de un grupo de estudiantes de 2º Bachillerato (2B) de la modalidad científica.

Objetivo 2: Profundizar en qué valores se basa un grupo de estudiantes de 2B de la modalidad científica para justificar sus opiniones relacionadas con la biorremediación.

METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a estos objetivos, hemos desarrollado varias fases de trabajo, que esbozamos a continuación:

Para indagar sobre el conocimiento y el interés de estudiantes de 2B

Con el objeto de dar respuesta al primer objetivo de investigación, se ha empleado un cuestionario escrito, elaborado teniendo en cuenta las directrices del currículo y la información revisada en la bibliografía. El cuestionario fue ensayado previamente y ajustado al alumnado para el que iba destinado antes de administrarlo a una muestra de estudiantes de 2B (184) de diferentes Institutos de Educación Secundaria (IES) a lo largo del curso académico 2016/2017.

El cuestionario contaba con dos preguntas: en la primera, relacionada con el conocimiento, se debían citar aplicaciones sobre biotecnología en los ámbitos de salud, alimentación, agricultura, industria y medioambiente; en la segunda, destinada a indagar acerca del interés, se empleó una pregunta utilizando una escala tipo Likert (siendo 1 interés muy bajo y 5 interés muy elevado).

El análisis del cuestionario se realizó mediante estrategias cuantitativas, utilizando el programa SPSS versión 20.0 para el cálculo de frecuencias, medias y desviaciones típicas.

Para indagar sobre la manera en la que los estudiantes de 2B utilizan los conocimientos y valores para argumentar sobre biorremediación

Para este segundo objetivo de investigación, se diseñó una entrevista semiestructurada sobre biorremediación (cuyas preguntas están indicadas en los resultados y se detallan en Ruiz, Ayuso, López-Banet y Banet, 2018), que no se mostraba como una de las aplicaciones más conocidas del cuestionario, pero sí suscitaba interés entre el alumnado, al estar relacionada con el medioambiente.

Esta entrevista se desarrolló a finales del curso académico 2016/2017, con 10 estudiantes de 2B que ya habían realizado el cuestionario descrito en el apartado anterior. El análisis de los resultados, se llevó a cabo de manera cualitativa, empleando el programa Atlas.ti versión 8.0, tomando como referencia el marco de análisis de Christenson y Chan (2014) y realizando la codificación de lo que el alumnado declaraba como afirmación, justificación a favor o en contra, y conocimiento o valor (según cual fuera el fundamento de la justificación).

RESULTADOS

Conocimiento e interés de estudiantes de 2B hacia biotecnología

La media de aplicaciones citadas por estudiante (Tabla 1) es de 2.78, lo cual indica que hay ámbitos en los que un elevado número de estudiantes no indicaba ninguna. Destacan 22 estudiantes que no citaron ningún ejemplo de aplicación que conocieran, teniendo en cuenta que el nivel académico es 2B. Por otra parte, también hubo un bajo porcentaje del alumnado (8.2%) que aportó el nombre o describió varios ejemplos para algunos ámbitos.

Tabla 1. Nº de aplicaciones biotecnológicas citadas

Nº APLICACIONES CITADAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
0	22	12	2.78	1.99
1	19	10.3		
2	50	27.2		
3	44	23.9		
4	25	13.6		
5	9	4.9		
6	2	1.1		
7	6	3.3		
8	4	2.2		
9	1	.5		
10	2	1.1		
Total	184	100		

En la Tabla 2 se presenta el número de aplicaciones que se citaron clasificadas por ámbito. Se observa que aquellos en los que el alumnado es capaz de citar más aplicaciones son el médico (con ejemplos citados como las pruebas de paternidad, la terapia génica, la elección de las características de los descendientes) y el alimentario (como ejemplo emblemático, los alimentos transgénicos), seguidos del agrícola (con estrecha relación con el alimentario al ser la mayoría de ejemplos, cultivos de alimentos transgénicos). Son pocos los estudiantes que fueron capaces de citar aplicaciones en el ámbito industrial y medioambiental, a pesar de ser sectores importantes y de los que ya aparecen referencias en los libros de texto.

Tabla 2. Ámbitos de la biotecnología en los que se citan aplicaciones

ÁMBITO	MEDICINA	ALIMENTACIÓN	AGRICULTURA	INDUSTRIA	MEDIO AMBIENTE
Nº aplicaciones	136	112	93	50	49

Nota: Número de referencias totales citadas para cada ámbito por el alumnado (algunas aplicaciones coincidían en diferentes estudiantes).

El alumnado que participó en el estudio declaró no informarse con mucha frecuencia sobre la biotecnología en los medios de comunicación. Sin embargo, manifestaba un gran interés en conocer las técnicas de trabajo y aplicaciones de la biotecnología, siendo mayor en el campo de la medicina, la alimentación (que además eran los más conocidos) y el medioambiente, y menor en lo relacionado con la industria y la agricultura.

Tabla 3. Interés hacia aplicaciones de la biotecnología en diferentes ámbitos

INTERÉS		MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
Frecuencia con la que escuchas, lees o ves noticias sobre biotecnología en radio, prensa, televisión o Internet.		2.6	.98
Me gustaría conocer sobre las técnicas y el trabajo en el laboratorio relacionado con la biotecnología.		4.0	1.11
Me parece interesante conocer diferentes aplicaciones e implicaciones de la biotecnología en:	Medicina	4.6	.81
	Agricultura	3.5	1.30
	Alimentación	4.1	1.16
	Industria	3.3	1.36
	Medioambiente	3.9	1.31
Conocer sobre biotecnología me será útil en el futuro.		4.0	1.02

Nota: en escala Likert 1 hacía referencia a muy bajo interés y 5 a un interés muy elevado

Puesto que se ha descrito el interés suscitado por la biotecnología entre los y las estudiantes que participaron en el estudio, así como el conocimiento sobre algunas aplicaciones en distintos ámbitos, pretendemos relacionarlos con los valores que estudiantes de 2B de la modalidad científica utilizan para justificar sus opiniones relacionadas con la biorremediación.

Manera en la que los estudiantes de 2B utilizan los conocimientos y valores para argumentar sobre aplicaciones en biotecnología en el medioambiente

A la pregunta de por qué es interesante que se degrade el plástico, el alumnado reconoce que constituye un problema ambiental y, muy mayoritariamente, responde que con esta bacteria el proceso para su eliminación del medio se agilizaría, por lo que se clasificaron sus respuestas como conocimiento correcto y relevante y valor fundamentado ambiental (Tabla 4).

Tabla 4. Transcripciones sobre el interés de degradar plásticos con bacterias

PREGUNTA	TRANSCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN
Pregunta 1 ¿Por qué es interesante que la bacteria degrade el plástico? ¿Qué tiene de especial este material?	Porque el plástico tarda mucho en degradarse. Con la bacteria tardará menos porque aumenta la degradación (Estudiante 8)	Pro-C-Ambiental

Respecto a la aplicación de los procesos de biorremediación, un elevado número de estudiantes se muestra optimista (9 de 10 casos) y considera que es posible que se utilicen para disminuir la contaminación en el medioambiente, pero a su vez, hay quienes consideran -y este es otro valor dominante en las justificaciones- que para llevarlo a la práctica habría que continuar investigando (Tabla 5).

Tabla 5. Transcripciones sobre la aplicación futura de la biorremediación

PREGUNTA	TRANSCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN
P2 ¿Crees que esto podría tener aplicación en un futuro no muy lejano?	Si puede tener utilidad en el futuro porque se podría utilizar para disminuir el plástico si estuviéramos en peligro de contaminación (E8)	Pro-C-Ambiental

Aunque ningún estudiante está en contra de la biorremediación, resulta interesante observar cómo se cuestionan si podría haber efectos negativos tras la aplicación de esta técnica (Tabla 6), como el plantearse qué pasaría con las bacterias que se utilizaran para realizar el proceso y qué efectos tendría su liberación en el medioambiente. En trabajos como el de Gardner y Troelstrup (2015) se describe una muy alta aceptación en tecnología genética para la sostenibilidad ambiental, pero se observa una cierta preocupación hacia la regulación de los riesgos en el medioambiente asociado con la biotecnología.

Tabla 6. Transcripciones sobre la aplicación futura de la biorremediación

PREGUNTA	TRANSCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN
P3 ¿Tendría consecuencias negativas para el medio ambiente este proceso?	A simple vista más positivas que negativas, igual esas bacterias luego van al mar y los peces se alimenten y sean malas para ellos (E7)	Pro/Contra-C-Ambiental

Conclusiones e implicaciones educativas

En relación con el primer objetivo de la investigación, se observa que, aunque en 2B hay bastantes estudiantes que son capaces de citar ejemplos de aplicaciones en biotecnología, aún hay quienes no citan ninguna. Además, son más conocidos los ámbitos relacionados con la salud y la alimentación que aquellos relacionados con la agricultura, industria y medioambiente. Sin embargo, los estudiantes de este nivel académico están bastante interesados por la biotecnología y por conocer más acerca de las aplicaciones de ésta en medicina, alimentación y medioambiente.

En cuanto a segundo objetivo, destacamos la novedad acerca de la información obtenida sobre la biorremediación, pues sus efectos suelen aparecer a modo de ejemplo en los libros de texto, así como en algunos trabajos sobre biotecnología, pero no hemos encontrado otros estudios en los que se analice qué conocen estudiantes de 2B sobre ella y cuáles son sus valores hacia la misma, como se revela de manera detallada y completa gracias a las entrevistas semiestructuradas.

La biotecnología se postula como un área idónea para satisfacer las necesidades educativas que se presentaban en el marco teórico, por tratarse de un ámbito de la ciencia que cuenta con multitud de aplicaciones diferentes, que se basan en conceptos básicos de genética y que resultan de interés para el alumnado. Con ella, además de aprender conceptos y técnicas, pueden explorarse las CSC y la argumentación en el aula, como indicaban Fritz et al. (2003).

Por ello, y pensando en la necesidad de una alfabetización científica básica que permita al alumnado desenvolverse con soltura en relación con algunos temas relacionados con CSC, se debería reconsiderar el currículo en relación con estos aspectos, introduciendo contenidos más novedosos, concretos y de interés para los y las estudiantes. A partir de ellos, la enseñanza-aprendizaje de los conceptos básicos sobre genética se podría desarrollar de manera holística ligada a estos temas de actualidad relacionados con la biotecnología.

Este modelo de enseñanza que se propone tendría la atención focalizada no solo en la adquisición de unos contenidos sino también de unas competencias que hoy en día se hacen enormemente necesarias, como ser

capaces de desarrollar una adecuada argumentación científica para justificar los distintos puntos de vista individuales, permitiendo contraponer ideas, contrastarlas en diversas fuentes y fundamentarlas con la calidad que el conocimiento científico requiere.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades la concesión del proyecto PGC2018-097988-A-I00 en el que se enmarca esta investigación e incluye cofinanciación europea con fondos FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AbuQamar, S., Alshannag, Q., Sartawi, A. e Iratni, R. (2015). Biotechnology Education Educational Awareness of Biotechnology Issues among Undergraduate Students at the United Arab Emirates University. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *43*(4), 283–293. http://doi.org/10.1002/bmb.20863

Christenson, N. (2015). Socioscientific argumentation: Aspects of content and structure. Karlstads universitet.

Christenson, N. y Chang Rundgren, S. N. (2014) A framework for teachers' assessment of socio-scientific argumentation: an example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, *49*(2), 204-212. http://doi.org/10.1080/00219266.2014.923486

Dawson, V. y Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes. *Journal of Biological Education*, *38*(1), 1–6. http://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655889

Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 Year Old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, *37*(1), 59–73. http://doi.org/10.1007/s11165-006-9016-7

Fritz, S., Husmann, D., Wingenbach, G., Rutherford, T., Egger, V. y Wadhwa, P. (2003). Awareness and Acceptance of Biotechnology Issues among Youth , Undergraduates , and Adults. *Agricultural Leadership, Education y Communication Department*, *6*(December), 178–184.

Gardner, G. E. y Troelstrup, A. (2015). Students' Attitudes Toward Gene Technology: Deconstructing a Construct. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(5), 519–531. http://doi.org/10.1007/s10956-014-9542-4

Kidman, G. (2010). What is an "Interesting Curriculum" for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, *40*(3), 353–373. http://doi.org/10.1007/s11165-009-9125-1

Lieshout, E. y Dawson, V. (2016). Knowledge of, and Attitudes Towards Health- related Biotechnology Applications Amongst Australian Year 10 High School Students. *Journal of Biological Education*, 9266(February). http://doi.org/10.1080/00219266.2015.1117511

MECD (2015). Real Decreto 1105/2014. Boletín Oficial Del Estado, Sec .I(Num. 3), 169–546.

Occelli, M., Vilar, M. T. y Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la biotecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, *10*(3), 227–242.

OECD (2005). Framework for Biotechnology Statistics. Recuperado de: http://www.biotechnologie.init-ag.de/BIO/Redaktion/PDF/de/oecd-biotech-framework,property=pdf,bereich=bio,sprache=en,rwb=true.

pdf

Ruiz, C., Ayuso, E. y López-Banet (2019). La utilización de entrevistas semiestructuradas como método de análisis cualitativo en la investigación educativa. En Alonso, S., et. al (Ed.). Investigación, Innovación docente y TIC (pp.1739-1753). Madrid: Editorial DYKINSON.

Ruiz, C., Ayuso, E., López-Banet y Banet (2018). Utilización de entrevistas individuales para indagar sobre los conocimientos y las actitudes de estudiantes de Bachillerato sobre la aplicación biotecnológica de Biorremediación En el Acta del IV Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (SIEC 2018). Celebrado Online.

Ruiz, C., Banet,E., López-Banet, L. y Ayuso, E. (2018). Utilización de entrevistas individuales para indagar sobre los conocimientos y las actitudes de los estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología: los alimentos transgénicos, (pp. 1394-1400). En el Acta de los 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo. La Coruña. DOI: https://doi.org/10.17979/spudc.9788497496896

Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P. y Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *37*(2), 123–130. http://doi.org/10.1002/bmb.20267

CF.58 Decisiones de estudiante de 3º de Educación Secundaria Obligatoria sobre el consumo de un producto natural/no natural en diferentes contextos

Mario Caracuel González[1], Teresa Lupión Cobos[2], Ángel Blanco López[2]

[1] CDP Los Rosales. Málaga. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. mariocgon@gmail.com

RESUMEN

Los procesos de toma de decisiones están recibiendo cada vez más atención desde la didáctica de las ciencias. Los docentes debemos ayudar a que los estudiantes adquieran un pensamiento crítico que les posibiliten tomar decisiones responsables y justificadas. Conocer qué tipos de decisiones suelen tomar sobre situaciones cotidianas es importante para trabajar con ellos en el aula. La disyuntiva entre el consumo de productos naturales/no naturales es una cuestión de la vida diaria que demanda una toma de decisiones. En este trabajo se analizan las decisiones tomadas por 111 estudiantes de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, pertenecientes a cuatro centros de secundaria- dos públicos y dos concertados- sobre esta disyuntiva en los contextos de la alimentación, la salud y la cosmética. Los resultados obtenidos muestran que en los contextos de la alimentación y de la cosmética tienden a elegir más el producto natural, no existiendo diferencias significativas en sus elecciones en función del centro al que pertenecen los participantes.

Palabras clave: enseñanza secundaria; producto natural; toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

A los docentes cada vez nos preocupa más el hecho de que nuestros estudiantes, a pesar de ir adquiriendo conocimientos científicos a la hora de ir avanzando en su escolaridad, no los utilicen en su toma de decisiones y que éstas sigan estando marcadas, fundamentalmente, por otro tipo de factores ya sean publicitarios, tradición, moda… En la actualidad los responsables de la educación científica, debemos ser capaces no solo de transmitir conocimientos sobre el mundo de las Ciencias, sino además de formar a futuros ciudadanos y así sean capaces de discernir por criterios más justificados a la hora de elegir un determinado producto de forma más responsable (Pro y Rodríguez, 2010; Arconada, 2006).

Esta toma de decisiones debe estar presente en todos los campos, uno de ello es el relativo al consumo de productos naturales frente a otros no naturales (Rozin et al., 2004), por el interés que suscita en los ciudadanos a la hora de dicha elección, dándose el caso que en la mayoría de las veces se le suele otorgar un valor superior al producto natural frente al que no lo es. Uno de los problemas de este campo, lo que plantea un desafío didáctico, es la ambigüedad del concepto "natural" y que el hecho de que no exista una definición legal de este término. Esto hace que las razones por las que los ciudadanos consideran un producto como natural o no depende de muchos factores, entre ellos la familiaridad con un producto determinado o la utilización de una terminología química para denominarlo (Chambers y Castro, 2018).

Por otro lado, el concepto de "natural" tiene gran importancia en la imagen que los estudiantes, y en general, los ciudadanos tienen sobre la química (Mora y Parga, 2010) y sobre la relación entre esta imagen y la generación de actitudes hacia ella y su aprendizaje (Chamizo, 2011).

Si bien es cierto que las decisiones y creencias de los estudiantes sobre el consumo de productos naturales han sido investigadas en el contexto de la alimentación en varias ocasiones, consideramos necesario seguir realizando estudios que la aborden en contextos diferentes. Así, de manera generalizada, los estudiantes usan una argumentación similar para explicar lo que entienden por alimentos natural y no natural, asociando lo natural como lo "bueno" y lo natural como lo químico "no bueno"; idea que disminuye a medida que los estudiantes van adquiriendo mayor conocimiento científico (España, 2008).

El concepto de natural y no natural también fue analizado por Rozín et al. (2004) en los contextos de los alimentos y los medicamentos, investigando la preferencia de sus encuestados por lo natural, especialmente en la alimentación, justificando sus decisiones principalmente por razones de salud, y llegando a la conclusión que incluso cuando los encuestados son informados que los ejemplos naturales y artificiales son químicamente idénticos, continúan dotando de una superioridad al que es natural, por lo que se sugiere que la preferencia por lo natural es más de tipo moral que práctica (Belova y Eilks 2015). Se analizan las preferencias de estudiantes de 13 a 17 años sobre lo natural/artificial en el contexto de la cosmética, y de la influencia que tiene la publicidad en sus decisiones, llegando a la conclusión que el tratamiento de este dilema en dichos contextos, además de ser motivador, tiene un gran potencial, contribuyendo al desarrollo de habilidades para que los estudiantes se conviertan en consumidores críticos en el futuro.

Con objeto de avanzar en este campo se ha comenzado una investigación con estudiantes de educación secundaria obligatoria, cuya primera fase consiste en identificar qué tipos de decisiones manifiestan y como lo justifican en diferentes contextos: alimentación, salud y cosmética. El presente trabajo, como estudio inicial, se centra solo en el análisis de las decisiones concretas que toman los estudiantes, y pretende responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de decisiones toman los estudiantes en cada uno de los contextos estudiados?
- ¿Existen diferencias entre las decisiones tomadas por nuestros estudiantes en función del contexto elegido?
- ¿Existen diferencias entre las decisiones tomadas en función del centro al que pertenezcan?

METODOLOGÍA

Participantes

En el presente estudio participaron, durante el primer trimestre del curso 2019-20, 111 estudiantes, de 3º de ESO de cuatro centros de Málaga, los dos primeros son centros públicos (57 estudiantes) (a partir de ahora centros 1 y 2) y los dos últimos son concertados (54 estudiantes) (a partir de ahora centros 3 y 4). De todos ellos, 61 son chicos y 50 son chicas y el rango de edades en el que incluye la gran mayoría de ellos oscila entre 14-16 años. La metodología utilizada en las clases de Física y Química de 3º de ESO utilizada en tres de los centros puede ser considerada tradicional en la que el alumno es mero receptor del conocimiento del profesor sin contar con un papel muy activo dentro de las clases; sin embargo, un centro (el tercero) usa una metodología más activa en la que es habitual el uso de juegos, mapas conceptuales y estrategias de indagación y argumentación, tratando así de huir de las clases magistrales.

Instrumentos de recogida de datos

Como instrumento de análisis, se ha utilizado un cuestionario que contenía tres preguntas semiabiertas. En cada una de ella al estudiante se le presentaba dos productos, uno natural y otro que no, y tenía que elegir uno de los dos productos, ambos o ninguno de ellos. Además, debía de justificar el porqué de su decisión. La primera cuestión está enmarcada en el contexto de la alimentación, el estudiante debe elegir entre un zumo natural y un zumo embotellado; en la segunda cuestión, relacionada con la salud, se debe elegir entre un batido de varias frutas o unas pastillas para minimizar los efectos de un resfriado común; por último, en la tercera cuestión, relacionada con la cosmética, la elección tiene que ser entre una cápsula dermatológica y el aloe vera natural.

Una primera versión del cuestionario se sometió a validación por 12 profesores, considerados expertos para esta finalidad ya que tenían experiencia docente en la formación del profesorado de ciencias y además experiencia investigadora en los ámbitos de la alimentación y/o argumentación científica. Una vez atendida las sugerencias de estos expertos la versión del cuestionario que se pasó a los estudiantes es la que se muestra en el anexo I.

Análisis de datos

El sistema de categorización utilizado para el tratamiento de los datos agrupó las respuestas recogidas en dos categorías: una primera llamada “natural” (que corresponde con dicha opción en las tres preguntas), y una segunda llamada “otras opciones” (donde están englobadas las otras tres opciones mostradas en las preguntas). Se pretendía con ello analizar el arraigo de las preferencias de los estudiantes por el producto natural. Se ha llevado a cabo un análisis descriptivo global, de las respuestas dadas por todos los estudiantes y, a continuación, un análisis comparativo de los centros. Se usaron estadísticos no paramétricos, ya que la prueba de Kolomogorov-Smirnof mostró que los datos obtenidos no seguían una distribución normal. Para el análisis estadístico inferencial se han utilizado las pruebas de Chi cuadrado (comparación entre parejas de preguntas), Kruskal-Wallis (comparación entre los centros) y U de Mann-Whitney (comparación entre parejas de centros).

RESULTADOS

Globales

En la tabla 1 se muestran las frecuencias absolutas y los porcentajes de respuestas para cada opción en las tres preguntas presentadas.

Tabla 1 Frecuencia absoluta (f_a) y porcentaje (%) del total de los estudiantes en cada opción de cada pregunta

Pregunta/Contexto	Opción a*		Opción b		Opción c (ambos)		Opción d (ninguno)	
	f_a	%	f_a	%	f_a	%	f_a	%
1.Alimentación	10	9,0	88	79,3	11	9,9	2	1,8
2.Salud	39	35,1	37	33,3	32	28,8	3	2,7
3.Cosmética	22	19,8	65	58,6	17	15,3	7	6,3

*La opción a, corresponde al alimento no natural en la pregunta 1 y 3; y la opción b al natural; mientras que en la pregunta 2 la opción a, corresponde al natural y la b al no natural.

Como se aprecia en la tabla 1 la pregunta 1 (alimentación) es la que tiene un resultado más polarizado ya que en ella la opción natural (b) incluye el 79,3% de las respuestas y las opciones a y c se reparten, prácticamente, el 20% restante. Con un perfil similar, pero menos polarizado, aparece la pregunta 3 (cosmética) en la que la opción natural (b) sigue siendo mayoritaria, 58,6%. En la pregunta 2 (salud) observamos que las opciones naturales (a), no natural (b) y ambos (c) presentan unos valores similares. Hay que decir que la opción ninguno (d) presentan los menores porcentaje de todas las opciones planteadas en todas las preguntas.

Con objeto de analizar las posibles diferencias entre aquellos alumnos que solo eligen el "producto natural" con respecto a las demás opciones se agruparon sus respuestas en términos de "natural" frente a "otras opciones" (no natural, ambas y ninguna) (tabla 2).

Tabla 2 Frecuencia absoluta (f_a) y porcentaje (%) del total de los estudiantes en cada pregunta con las opciones reagrupadas

Opción	Pregunta					
	1.Alimentación		2. Salud		3. Cosmética	
	f_a	(%)	f_a	(%)	f_a	(%)
Natural	88	79,3	39	35,1	65	58,6
Otras opciones	23	20,7	72	64,9	46	41,4

Los datos de la tabla 2 muestran que en las preguntas 1 y 3, la opción natural es la que tiene un valor superior, cuadriplicando prácticamente a las otras opciones en la cuestión 1. Sin embargo, en la cuestión 2, el producto natural es prácticamente la mitad que las otras opciones. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes parejas de preguntas [p1-p2: $\chi 2$=1.042, p=0,307] [p1-p3: $\chi 2$=0.050, p=0,824] [p2-p3: $\chi 2$=0,220, p=0,639], por lo que estos resultados muestran que en los participantes no realizan elecciones diferentes sobre el producto natural en los tres contextos planteados, aunque los datos mostrados en porcentaje parecen sugerir otra tendencia.

Por centros

También se ha llevado a cabo un análisis para identificar posibles diferencias entre los estudiantes de cada centro a la hora de responder en los tres contextos con respecto a la preferencia del "producto natural" frente a "otras opciones". La prueba de Kruskal-Wallis, mostraba diferencias significativas entre centros en las preguntas 1 [$\chi 2$=9.556, p=0,023] y 3 [$\chi 2$=14.774, p=0,002]. Para poder identificar entre que centros aparecían estas diferencias utilizamos el estadístico de la U de Mann-Whitney. En la tabla 3, se indican los valores de "p" solo en aquellos casos en los que sí han aparecido diferencias significativas.

Tabla 3 Valores del estadístico de Mann-Whitney y de la significatividad asintótica correspondientes a la comparación entre pareja de centros en cada una de las preguntas en la que aparecen diferencias significativas.

Centros	Pregunta					
	1. Alimentación			3. Cosmética		
	Rangos promedios	Z	p	Rangos promedios	Z	p
1 versus 3	1=20,50; 3=28,50	-2,639	0,008	-	-	-
1 versus 4	1=23,25; 4=30,90	-2,239	0,019	1=33,00; 4=23,10	-2,660	0,008
2 versus 4	-	-	-	2=38,86; 4=24,45	-3,610	0,000
3 versus 4	-	-	-	3=32,38; 4=23,60	-2,366	0,018

De los valores de la tabla 3, podemos identificar diferencias entre centros en los contextos de la alimentación y la cosmética, pero no en el de la salud. Así, éstas se aparecen en la alimentación (pregunta 1) entre los centros 1 frente a 3 y 1 frente a 4, indicando los rangos promedios que la idea de "natural" está más arraigada en este contexto en los centros 3 y 4 respectivamente. En el contexto de la cosmética (pregunta 3), las diferencias aparecen entre 1 frente a 4; 2 frente a 4 y 3 frente a 4, mostrando mayor arraigo los centros 1, 2 y 3 siendo este último centro, quien muestra asumida de manera más mayoritaria la idea de "natural". Hay que destacar que el centro 4 es el que está más implicado en el mayor número de diferencias significativas, aunque como hemos mencionado anteriormente, es en la pregunta 1 de las tres analizadas, donde tiene un mayor arraigo por el "producto natural".

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos, podemos dar las siguientes respuestas a las preguntas que fueron planteadas en un principio:

Los estudiantes en los contextos de la alimentación y de la cosmética, tienden a elegir productos naturales frente a aquellos que no lo son. En el contexto de la salud hay un mayor equilibrio entre las decisiones tomadas, debido principalmente al aumento de encuestados que eligen la opción "ambas". Las razones por las que los estudiantes hacen estas elecciones quizás sean debidas a la tradición, confianza, publicidad u otros factores que serán estudiados en trabajos posteriores.

Por otro lado, no aparecen diferencias significativas entre las elecciones que hacen en los diferentes contextos y, por último, la comparación entre los resultados de cada centro refleja diferencias significativas entre algunos de ellos en los contextos de alimentación y cosmética, no así en el de la salud.

Los resultados obtenidos en este trabajo nos refuerzan en la idea de lo necesario de seguir investigando sobre la toma de decisiones acerca del consumo de productos naturales/no naturales en diferentes contextos. Es

importante, analizar cuáles son los tipos de justificaciones que los estudiantes adoptan a la hora de elegir un producto a favor del otro; investigar si estas justificaciones están basadas en razones de composición, de naturaleza del producto, de salud, de tradición u otras, y si los tipos de justificaciones empleadas pueden explicar las diferencias de elecciones que muestran en los diversos contextos, sobre todo de salud. Este conocimiento nos permitirá, mediante propuestas didácticas específicas, ayudar a los estudiantes a mejorar su capacidad para la toma de decisiones y su pensamiento crítico.

AGRADECIMIENTO

Este estudio forma parte del proyecto de I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en 2017.

BIBLIOGRAFÍA

Arconada M.A. (2006). Cómo trabajar con la publicidad en el aula. Competencia comunicativa y textos publicitarios. Barcelona: *Graó*.

Belova, N. y Eilks, I. (2015). Learning with and about advertising in chemistry education with a lesson plan on natural cosmetics – A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, *16*, 578–588.

Blanco, A., España, E., y Franco, A. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista De Educación Científica,* 1(1), 107-115. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004

Chambers, E.V.; Chambers E.IV y Castro, M. (2018). What Is "Natural"? Consumer Responses to Selected Ingredients. Foods 7(4), 65. DOI: https://doi.org/ 10.3390/foods7040065

Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la Química. Educación Química, 22 (4), 320-331.

España, E. (2008). Conocimiento, actitudes, creencias y valores en los argumentos sobre un tema sociocientífico relacionado con los alimentos. Tesis Doctoral. Málaga: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.

Jiménez-Aleixandre, M.P. & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: an overview. En S. Erduran y M.P. Jiménez Aleixandre (eds.). Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research. Dordrecht: Springer.

Mora, W. M. y Parga, D. L. (2010). La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. Tecné, Episteme y Didaxis, 27(1), 67-93.

Pro, A. y Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en la educación primaria. Enseñanza de las Ciencias, 28(3), 385-404.

Rozin, P., Spranka, M., Krieger, Z., Neuhaus, R., Surillo D., Swerdlin A. y Wood K. Preference for natural: instrumental and ideational/moral motivations, and the contrast between foods and medicines. *Appetite 43*, 147-154.

Ruiz F., Márquez C., y Tamayo O. (2015). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 53-70.

ANEXO I

Pregunta 1. Imagina que vas a beber un zumo de naranja, y en el supermercado te encuentras dos posibilidades: por un lado, un zumo ya envasado al que se le ha añadido una sustancia denominada E-300 que en realidad es la vitamina C (imagen 1) y el segundo producto son naranjas que contienen dicha vitamina en su composición (imagen 2). ¿Qué opción elegirías, sabiendo que ambas tienen el mismo aporte energético, e igual coste tanto en términos de precio como de comodidad para tomar?

Imagen 1

Imagen 2

Marcar solo una de las siguientes opciones: a) □ Imagen 1 b) □ Imagen 2 c) □ Ambas d) □ Ninguna

Pregunta 2. Imagina que te encuentras en casa resfriado y tienes dos opciones para mejorar: Preparar un zumo de naranja, zanahoria, manzana y limón (imagen 1) que siempre se ha dicho que mejora el resfriado o tomar pastillas compradas para esta finalidad (imagen 2) cuya composición puedes leer en la imagen. ¿Qué opción elegirías, sabiendo que ambas tienen igual coste tanto en términos de precio como de comodidad para tomar?

Imagen 1

Imagen 2

Marcar solo una de las siguientes opciones: a) □ Imagen 1 b) □ Imagen 2 c) □ Ambas d) □ Ninguna

Pregunta 3. Una mañana te levantas y ves que te están saliendo espinillas en la cara, y te proponen dos opciones para tratarlas: tomar pastillas (imagen 1) o tratarte con aloe vera, que sirve para problemas de la piel (imagen 2), y cuyas composiciones puedes leer en las imágenes. ¿Qué opción elegirías, sabiendo que ambas tienen igual coste tanto en términos de precio como de comodidad para usar?

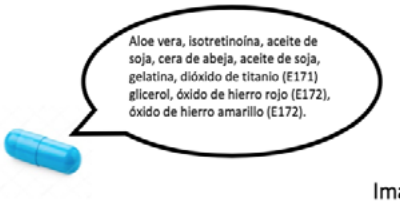


Imagen 1

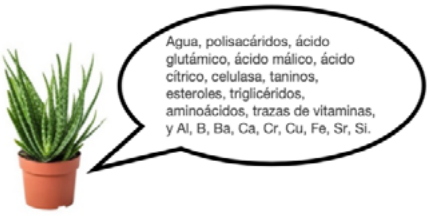


Imagen 2

Marcar solo una de las siguientes opciones: a) □ Imagen 1 b) □ Imagen 2 c) □ Ambas d) □ Ninguna

CF.59 ¿Cómo aparecen las actividades de carácter socio-científico referidas al cuerpo humano en los libros de texto de ciencias de 5º y 6º Educación Primaria?

Nerea Idoipe Gómez [1], Beatriz Mazas Gil [1] y Beatriz Bravo Torija [2]

[1] Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza. E-mail: nidoipe@unizar.es [2] Departamento de Didácticas Específicas. Universidad Autónoma de Madrid.

RESUMEN

Los libros de texto son un recurso fundamental en la etapa de Educación Primaria, dentro de ellos podemos encontrar herramientas que nos ayudan a trabajar los contenidos en el área de Ciencias de la Naturaleza, como las actividades de carácter socio-científico. En esta propuesta, se ha lleva a cabo un análisis de seis libros de texto de diferentes editoriales de Ciencias de la Naturaleza de 5º y 6º de Educación Primaria, específicamente de los contenidos de los temas relacionados con el cuerpo humano y sus funciones vitales. Se han analizado y cuantificado las actividades, prestando especial atención a las de carácter socio-científico a partir de una clasificación en categorías basada en la presencia de actividades que se acercan al contexto del alumnado, encontrando hasta 89 tareas socio-científicas, lo que se considera que favorece su implicación y motivación hacia el área de ciencias.

Palabras clave: cuerpo humano, actividades socio-científicas, libros de texto, Educación Primaria

INTRODUCCIÓN A LAS CUESTIONES SOCIO-CIENTÍFICAS

Un enfoque de enseñanza apoyado en problemas socio-científicos implica introducir en la enseñanza de las ciencias algunos procesos y situaciones que se dan en el contexto social real, lo cual favorece la implicación y motivación del alumnado hacia esta disciplina científica (Zeidler, Sadler, Simmons y Howes, 2005).

Toda actividad educativa es transmisora de valores, en muchos casos inherentes a la actividad científica, como pueden ser la racionalidad, la sistematicidad o la coherencia (Martínez y García, 2009). Estos elementos pueden resultar clave para la enseñanza de las ciencias, sobre todo para dar nuevas herramientas a los futuros docentes. En la medida en que los libros de texto pueden ser representativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se puede considerar que la ciencia, relacionada con aspectos socio-científicos, favorece esta transmisión a otros ámbitos de la vida. Ogan-Bekiroglu (2007) señala que los libros de texto no suponen limitaciones al aprendizaje del alumnado, sino que contribuyen a mejorar las habilidades de resolución de problemas, organizar la información, presentar hitos científicos relevantes, considerar el aprendizaje y desarrollar la competencia lingüística. Los libros de texto siempre se han considerado una herramienta útil y valiosa (Aguilera y Perales, 2018), pero es importante conocer también, como dicen Marbá-Tallada y Márquez (2010), que, ante el desencanto de los alumnos a las ciencias y el aprendizaje, hemos de prestar atención a otras metodologías de aprendizaje y recursos educativos utilizados para enseñar ciencias, que los propios libros de texto incluyen en muchas ocasiones, como las actividades de carácter socio-científico.

De este modo, existe un consenso sobre los beneficios de introducir un enfoque socio-científico en el área de ciencias, lo cual supone en ocasiones un desafío para el profesorado por la escasa formación que manifiestan en este ámbito (Kelly, 2008; Reiser, Berland y Kenyon, 2012). Este uso de actividades socio-científicas supone para el alumno la aplicación de conocimientos ya adquiridos que podrán mejorar su contexto social y suponer un aspecto relevante para su vida (Maguregui, Uskola y Burgoa, 2017). Lo que permite desarrollar el pensamiento crítico a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos y del establecimiento de debates en el aula. En relación con lo anterior, y teniendo en cuenta que la argumentación es una de las herramientas fundamentales que se utiliza para llevar a cabo las actividades de carácter socio-científico, puesto que se examinan los conocimientos que los alumnos poseen, aplicándolos además a su vida cotidiana (Jiménez-Aleixandre, 2010), podemos señalar que los alumnos están construyendo conocimiento científico (Blanco-Anaya y Díaz-Bustamante, 2014).

Aznar y Puig (2014) sugieren el uso de actividades que presenten contextos socio-científicos reales, para ayudar a decidir en posibles situaciones futuras para los alumnos desde una base científica, como decidir si se ponen las vacunas o si en un futuro quieren ser, por ejemplo, donantes de sangre. De este modo, la importancia de conocer determinados aspectos científicos en la sociedad en la que nos encontramos puede hacer que se valoren ciertas decisiones que aparecerán a lo largo de la vida de los niños (Maguregui, Uskola y Burgoa, 2017); la explicación de cómo afectan las enfermedades infecciosas (Aznar y Puig, 2014); la modelización y transferencia en los contenidos del sistema inmunológico (Maguregui, Uskola y Burgoa, 2017); la concepción acerca de enfermedades como la tuberculosis (Aznar-Cuadrado y Puig, 2016); o la educación para la salud en manuales escolares (Gavidia, 2013).

Las actividades seleccionadas están relacionadas con los contenidos del cuerpo humano y la salud, puesto que el cuerpo humano es un contenido recurrente en el currículo de primaria y que puede suscitar interés en los niños (Gutiérrez-Gil, 2015) Tanto como que ellos conocen superficialmente el funcionamiento de su cuerpo, pero tal vez desconocen cómo funciona internamente, o qué factores externos podrían afectarle, si tomamos determinadas decisiones sobre elementos como la vacunación que afectarán a su sistema inmunológico o sobre la elección de una dieta saludable que regulará su organismo. Debido a ello, se han seleccionado actividades atendiendo a la posibilidad de trabajar aspectos para llegar a tener un punto de vista crítico con respecto al mantenimiento de la salud a lo largo de la vida.

OBJETIVOS

Los objetivos que se presentan para este proyecto son los siguientes:

Determinar la presencia de actividades donde aparezca temas socio-científicos en los libros de texto de ciencias en EP, en concreto en los contenidos relacionados con el cuerpo humano y la salud. A partir de ahí cuantificarlas para analizar las características que presentan atendiendo al sistema de categorías establecido para este estudio.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio se han analizado una muestra de seis libros de texto de 5º y 6º de Educación Primaria de algunas de las principales editoriales que se utilizan en las aulas de nuestro entorno (Anexo 1).

Considerando los objetivos propuestos, en primer lugar, hemos tomado como referencia los contenidos relativos al Bloque 2 del currículo aragonés (BOA, 2014) que tienen que ver con la salud y el cuerpo humano. En concreto se han seleccionado exclusivamente en esta área dada la importancia de adquirir actitudes asociadas al mantenimiento de una vida saludable, para entender lo que suponen determinadas prácticas humanas como la conservación de la salud para evitar la enfermedad, la cura sobre ella, la alimentación, etc.; y para ello queremos desarrollar el pensamiento crítico en acciones que afectan en concreto a la salud humana, propia o ajena.

Tabla 1. Relación de contenidos del Bloque II del currículo para los cursos de 5º y 6º de EP.

CONTENIDOS CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS
5º EP	Bloque 2: El ser humano y la salud	El cuerpo humano y su funcionamiento. Anatomía y fisiología. Aparatos y sistemas. Las funciones vitales en el ser humano: Función de relación (órganos de los sentidos, sistema nervioso, aparato locomotor). Función de nutrición (aparatos respiratorio, digestivo, circulatorio y excretor). Rueda de los alimentos. Función de reproducción (aparato reproductor). Salud y enfermedad. Principales enfermedades que afectan a los aparatos y sistemas del organismo humano. Hábitos saludables para prevenir enfermedades: higiene (lavado de manos, uso del neceser, cepillado de dientes…), cuidado de su cuerpo (postura correcta, dieta variada y equilibrada, descanso, no gritar…). La conducta responsable. Efectos nocivos del consumo de alcohol y tabaco. Avances de la ciencia que mejoran la salud. Conocimiento de actuaciones básicas de primeros auxilios. Conocimiento de sí mismo (autoestima) y de los demás. La identidad y la autonomía personal. La relación con los demás. Técnicas de estudio y trabajo. La toma de decisiones: criterios y consecuencias. La resolución pacífica de conflictos.
6º EP	Bloque 2: El ser humano y la salud	El cuerpo humano y su funcionamiento. Anatomía y fisiología. Aparatos y sistemas. Las funciones vitales en el ser humano: Función de relación (órganos de los sentidos, sistema nervioso, aparato locomotor). Función de nutrición (aparatos respiratorio, digestivo, circulatorio y excretor). Rueda de los alimentos. Función de reproducción (aparato reproductor). Salud y enfermedad. Principales enfermedades que afectan a los aparatos y sistemas del organismo humano. Hábitos saludables para prevenir enfermedades. La conducta responsable. Efectos nocivos del consumo de alcohol y drogas. Avances de la ciencia que mejoran la salud. Conocimiento de actuaciones básicas de primeros auxilios. Conocimiento de sí mismo y de los demás. La identidad y la autonomía personal. La relación con los demás. La toma de decisiones: criterios y consecuencias. La resolución pacífica de conflictos. Técnicas de estudio y trabajo.

Se han analizado todas las actividades que aparecen en los libros de textos seleccionados como muestra para este estudio. Para la identificación del tipo de actividades que presentan, se ha desarrollado una clasificación de las actividades en función de la demanda cognitiva que suponen al alumnado distinguiendo, al tomar como referencia el trabajo de Aznar y Puig (2014), entre actividades de reproducción de contenidos y por otro lado actividades de aplicación socio-científica.

- Actividades de reproducción de los contenidos expuestos en el texto, donde los alumnos únicamente han de incluir definiciones, esquematizar y realizar clasificaciones o bien llevar a cabo resúmenes de los conceptos trabajados. Ejemplos de ejercicios podrían ser los siguientes:

  1. "Define los conceptos de célula y tejido."
  2. "Clasifica las siguientes partes del aparato reproductor en: aparato reproductor masculino o aparato reproductor femenino."
  3. "Explica la diferencia entre el aparato digestivo y el aparato respiratorio."

- Actividades que conllevan una aplicación socio-científica. Por ejemplo: "Indicad con cuál de los siguientes hábitos protegemos nuestros sentidos: a) leer con luz escasa; b) evitar sonidos fuertes; c) tomar el sol sin protección".

En este proyecto lo que nos interesa son las actividades de aplicación, más específicamente aplicación de casos centrados en actividades socio-científicas que son las que resultan más cercanas al alumnado. De este modo, la selección de tareas se da en base a la presencia o ausencia de los tipos de actividades arriba indicados en los temas relacionados con la salud y el cuerpo humano.

De entre estas actividades, siguiendo a Díaz-Moreno y Jiménez-Liso (2012) las que tienen una aplicación socio científica hemos considerado que son aquellas que implican un dilema para los alumnos con respecto al tratamiento de su propio cuerpo y algunos factores que puedan afectar a su correcto funcionamiento, como son el uso de las vacunas y sus consecuencias o los hábitos saludables.

El enunciado para seleccionar estas actividades se concreta en la conexión entre explicaciones científicas y la vida cotidiana, un ejemplo de este tipo de actividad podría ser:

"¿Crees que es importante la vacunación? ¿Por qué?"

Las actividades con cuestiones socio-científicas que encontramos en los libros, se pueden concretar seleccionando si pertenecen o no al grupo de tareas que hagan a los alumnos plantearse algunas cuestiones que relacionan la salud de su propio cuerpo con las partes del cuerpo implicadas o con el correcto funcionamiento de este. Se considera también importante que muestren una aplicación evidente entre lo que estudian en cada curso y aquellas situaciones que les resulten cercanas, incluidos por ejemplo los medios de comunicación. Ejemplos serían:

- ¿Qué ocurre si nuestra alimentación no es la adecuada?
- Imagina que el médico piensa que has contraído una enfermedad como la rabia, por ejemplo, para la que existen vacunas y suero. ¿Qué te recetará, un suero o una vacuna? ¿Por qué?
- ¿Por qué es perjudicial el humo del tabaco?

Posteriormente, se realiza el recuento de dichas actividades para determina qué actividades predominan en los libros de textos, si son aquellas relacionadas con la reproducción de contenidos, o se ha conseguido avanzar a un planteamiento de un mayor número de actividades socio-científicas y en qué medida se plantea este tipo de actividades a los alumnos.

RESULTADOS

El conjunto de resultados de las actividades totales podría resumirse en la tabla 2, donde se encuentra el recuento general de estas actividades en los temas correspondientes al cuerpo humano y la salud.

Tabla 2. Recuento general de actividades según la clasificación.

TIPO DE ACTIVIDADES:	NÚMERO TOTAL DE ACTIVIDADES
De reproducción (definiciones, resúmenes, clasificación de conceptos)	726
De aplicación (socio-científicas)	245

Respecto a las actividades de aplicación socio-científicas de forma concreta, que son en las que se ha basado el estudio, llegan a suponer en 3 o 4 temas (aquellas que se refieren al cuerpo humano y las funciones vitales y su relación con la salud), hasta 28 actividades en el total de los libros de la editorial B (B1 + B2) y 89 actividades en otra de ellas, la editorial C (C1 + C2). En el caso de la editorial C, sobre todo, priman las actividades de aspecto socio-científico, como, por ejemplo: "Elabora una lista con los beneficios que el ejercicio físico tiene para nuestra salud."; o "Algunos deportistas utilizan sustancias que aumentan la cantidad de glóbulos rojos en la sangre. Esta práctica se llama dopaje y está prohibida. Responde: ¿por qué crees que los deportistas quieren tener mayor cantidad de glóbulos rojos? ¿Qué opinión tienes sobre el dopaje?".

El conjunto del recuento de las actividades socio-científicas lo encontramos en la tabla 3.

Tabla 3. Frecuencia de aparición de actividades socio-científicas y ejemplos de ellas.

LIBRO (NO EDITORIAL PORQUE ES LIBRO)	EJEMPLO ACTIVIDAD SOCIO-CIENTÍFICA	Nº DE ACTIVIDADES	Nº POR EDITORIAL
A1	Explica con tus palabras la siguiente frase: *Las vacunas son preventivas, no curativas.*	27	50
A2	Averigua en qué otros lugares de nuestro cuerpo viven las bacterias	23	
B1	Entre los trasplantes más frecuentes están los de corazón, hígado y riñón. ¿En cuál de ellos el donante puede ser una persona viva? Razona tu respuesta.	12	28
B2	¿Por qué se considera que el tabaco y el alcohol son también drogas?	16	
C1	¿Por qué debemos evitar tomar demasiada grasa y alimentos que contengan mucha azúcar?	39	89
C2	¿Qué le puede ocurrir a la sangre de una persona cuyo páncreas no funciona bien?	50	

En la tabla 3 se puede observar que 167 actividades, de un total de 893 en cómputo de actividades en general, poseen carácter socio-científico y todas ellas relacionan aspectos relativos al cuerpo humano, las funciones vitales o elementos relativos a la salud de las personas relacionados con un problema que pueda ser recurren-

te para los alumnos, un contexto o un dilema a resolver con los conocimientos que ya poseen o con los nuevos que pueden incorporar al trabajar los temas en el colegio.

Existe una gran diferencia entre el número de actividades que presentan entre editoriales, siendo en este caso la editorial C la que predomina en base a las actividades socio-científicas, de 297 actividades que presentan estos libros para los temas seleccionados, 89 plantean dilemas socio-científicos. La editorial A, por su parte, presenta más actividades, un total de 380, pero predominan en ella actividades con otras características fundamentales distintas. Por último, la editorial B se puede considerar en general como la menos numerosa en cuestión, tanto de actividades en general, 216, como con respecto a las cuestiones socio-científicas.

CONCLUSIONES

Del global de actividades que encontramos en los libros de texto, podemos observar en la tabla 2 que predominan las actividades de reproducción de contenidos frente a las actividades de aplicación, hablando de 726 actividades de reproducción frente a 245 actividades de aplicación. Este elemento parece repetirse en todas las editoriales donde todavía prima la reproducción de contenidos literal, o con razonamientos escasos, frente a los razonamientos más complejos que pueden ofrecer las actividades de aplicación, y que pueden resultar más enriquecedores y motivadores para los alumnos (Maguregui et al, 2017).

En cualquier caso, la presencia de actividades de carácter socio-científico es alta en todas las editoriales y libros de texto analizados, llegando a alcanzar aproximadamente un tercio del total de tareas que se presentan. De este modo, concluimos que, atendiendo al primer objetivo, se ha determinado la presencia de varios tipos de actividades en los libros de texto, pero atendiendo específicamente a las actividades de aplicación, podemos encontrarlas en distinto número según la editorial, siendo la C la que más actividades presenta, 89, seguida por la editorial A, con 50 actividades y por último por la editorial B, 28.

De este modo, se ha cuantificado de forma explícita cuántas actividades socio-científicas aparecen en cada uno de los cursos seleccionados y para cada una de las editoriales, de modo que podemos observar que el número de las tareas es muy similar para ambos cursos, excepto en la editorial C, que amplía bastante estas cuestiones en el curso de 6º respecto al curso de 5º de EP, pasando de 39 a 50. Esta ampliación se puede corresponder con que del curso de 5º a 6º de Educación Primaria aparecen muchos más contenidos, ampliando los que aparecen en 5º con nuevos aspectos teóricos en el curso de 6º.

La presencia de estas actividades, que en general es una gran parte del total de tareas que se presentan en los libros de texto, conllevaría un trabajo de reflexión por parte de los alumnos, cuestionándose lo que conocen y ampliando con conceptos nuevos de una forma diferente. Tal y como dicen algunos autores, estas actividades trabajadas en el aula podrían acercar la teoría sobre salud a la realidad de los alumnos favoreciendo el pensamiento crítico para poder tener una actitud saludable habiendo adquirido unos conocimientos básicos sobre temas que causan controversia científica en la Sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, D. y Perales, F.J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias, 36*(6), 41-58. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2423

Aznar, V. y Puig, B. (2014). ¿Cómo se presentan las enfermedades infecciosas en los libros de texto? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11*(2), 135-144. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i2.02

BOA (2014). Orden del 16 de junio de 2014, de la Consejería de Educación, Universidad, Cultura y Deporte,

por la que se aprueba el currículo de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA de 20 de junio).

Díaz Moreno, N. y Jiménez-Liso, R. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9*(1), 54-7.

http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i1.04

http://reuredc.uca.es

Ejarque, A., Bravo, B. y Mazas, B. (2016). Diseño e implementación de una actividad de modelización de geología: ¿realmente la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos? *Revista Internacional de Investigación e Innovación en Didáctica de las Humanidades y las Ciencias*, *3*, 9-32.

Evagorou, M. y Puig, B. (2017). Engaging Elementary school pre-service teachers in modelling a socioscientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *5*(2), 113-123. DOI: 10.18404/ijemst. 99074

Gavidia, V. (2003). La educación para la salud en los manuales escolares españoles. *Revista española de salud pública*, *77*(2), 275-285. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v77n2/original9.pdf

Gutiérrez-Gil, N. (2015). La experiencia científica en primaria. Una propuesta didáctica para descubrir las funciones vitales en el cuerpo humano. *TABANQUE, Revista Pedagógica*, *28*, 139-166.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas.* Barcelona: Graó.

Maguregui, G., Uskola, A. y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las ciencias*, *35*(2), 29-50. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2237

Martínez Bernat, F.J. y García Gómez, J. (2009). Análisis del tratamiento didáctico de la biodiversidad en los libros de texto de biología y geología en secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, *23*, 109-122.

Ogan-Bekiroglu, F. (2007). To what degree do the currently used physics textbooks meet the expectations? *Journal of Science Teacher Education*, *18*, 599-628. DOI: 10.1007/s10972-007-9045-8

Zeidler,D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. y Howes, E.V. (2005). Beyond STS: A research‐based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, *89*(3), 357-377. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.20048

ANEXO 1. RELACIÓN DE EDITORIALES UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS

A1: Editorial Vicens Vives 5º E.P.

- Casajuana, R. Cruells, E. et al. (2015). *Naturales. Aula activa.* Barcelona. Editorial Vicens Vives

A2: Editorial Vicens Vives 6º E.P.

Casajuana, R. Cruells, E. et al. (2015). *Naturales. Aula activa.* Barcelona. Editorial Vicens Vives

B1: Editorial Edelvives 5º E.P.

Más Peinado, P., et al. (2015). *Superpixépolis. Ciencias de la Naturaleza.* Zaragoza. Editorial Edelvives.

B2: Editorial Edelvives 6º E.P.

- Área de proyectos educativos. (2015). Superpixépolis. Ciencias de la Naturaleza. Zaragoza. Editorial Edelvives.

C1: Editorial Santillana 5º E.P.

- Lobo, S., Manso, J. et al. (2015). *Serie Investiga. Ciencias de la Naturaleza.* Madrid. Editorial Santillana.

C2: Editorial Santillana 6º E.P.

- Lobo, S., Manso, J. et al. (2014). *Serie Investiga. Ciencias de la Naturaleza.* Madrid. Editorial Santillana.

CF.60¿Cuál es la percepción sobre el origen de una investigación en los maestros en formación?

Mª Marta Alarcón-Orozco[1], María Diez-Ojeda[2], Antonio-Joaquín Franco-Mariscal[3]

[1]Departamento de Ciencias, Centro Adscrito de Magisterio María Inmaculada, Universidad de Málaga. [2]Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos.[3]Departamento de Didáctica de las Ciencias, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga. mmartaalarcon@uma.es

RESUMEN

La indagación es una práctica científica que permite el desarrollo de la lógica y del pensamiento crítico. El trabajo que se presenta es un estudio realizado con 68 estudiantes del Grado de Magisterio en Educación Infantil (EGEI), 16 de la Universidad de Burgos y 52 del Centro Adscrito de Magisterio María Inmaculada; trata de conocer sus ideas sobre la necesidad de iniciar una investigación a partir de una pregunta. Se utiliza el ítem 2 del cuestionario internacional VASI. Una de las aportaciones de este trabajo es adaptar a la evaluación de los EGEI la categorización de respuestas que hacen Lederman et al. (2014) a seis valores en tres rangos. El análisis de este ítem ha permitido constatar que existe una mejora significativa originada por los programas formativos, reconociendo que la investigación parte de una pregunta investigable. También se ha podido validar la rúbrica en este ítem.

Palabras clave: Indagación, formación de maestros, herramientas de diagnóstico.

INTRODUCCIÓN/JUSTIFICACIÓN

La indagación, entendida como las diversas formas en que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo (NRC, 1996, p.23), es una actividad inherente al quehacer científico. En este sentido, el enfoque indagativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, según Caamaño (2012, p. 84) permite a los estudiantes trabajar de forma similar al modo en que los científicos resuelven los problemas permitiéndoles familiarizarse con el trabajo científico y adquirir una comprensión procedimental de la ciencia. Couso (2014) considera que, desde este punto de vista, llevar la indagación al aula de ciencias acentúa la importancia de hacer comprender a los alumnos la naturaleza de la ciencia a partir de su participación en prácticas científicas lo más auténticas posibles.

En Europa, a partir de la publicación del Science Education Now (Rocard, 2007) han surgido numerosas propuestas pedagógicas centradas en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Sin embargo, las actividades y los procesos de pensamiento utilizados por los científicos no siempre son familiares para el educador que busca introducir la investigación en el aula (NRC, 2000, p. 1) de ahí que sea necesario formar a los maestros de infantil y primaria en las destrezas denominadas de indagación, entre las que Mosquera, Puig & Blanco (2018, p. 9) señalan: "la identificación de preguntas y conceptos que guían las investigaciones científicas, su diseño e implementación, formulación de explicaciones científicas, reconocimiento y análisis de explicaciones y modelos alternativos, así como la comunicación y defensa de un argumento científico".

Ahora bien, antes de comenzar un programa formativo, es necesario conocer el punto de partida del alumnado. Nuestro objetivo es implementar la indagación como estrategia de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en el Grado de Maestro de Educación Infantil y para ello es necesario conocer el grado de comprensión que tienen los estudiantes sobre esta práctica científica. Estudios previos (Lee & Shea, 2016; Díez-Ojeda, Meneses-Villagrá & Greca, 2017) señalan como aumenta la compresión de la enseñanza basada en la indagación de los maestros en formación tras un programa formativo. Además, el mismo estudio pone de manifiesto que esta mayor compresión es un paso clave para desarrollar su confianza y eficacia en la enseñanza de la ciencia.

Lederman et al. (2014) desarrollan un cuestionario para evaluar la visión sobre la investigación científica para estudiantes con un nivel de lectura y escritura de enseñanza media (p. 79); el objetivo de este trabajo es valorar las concepciones de los EGEI sobre uno de los aspectos esenciales de la indagación científica antes y después de un programa formativo a la par que se valida la rúbrica para ese ítem. El Views About Scientific Inquiry (VASI) es concebido por los autores como una poderosa herramienta para evaluar estas concepciones, en consonancia con la visión establecida en los estándares de ciencia de próxima generación (Lederman et al. 2014, p. 65). Estas concepciones se refieren a:

(1) las investigaciones científicas comienzan con una pregunta y no necesariamente prueban una hipótesis; (2) no hay un solo conjunto de pasos seguidos en todas las investigaciones (es decir, no hay un solo método científico); (3) los procedimientos de investigación se guían por la pregunta; (4) todos los científicos que realizan los mismos procedimientos pueden no obtener los mismos resultados; (5) los procedimientos de investigación pueden influir en los resultados; (6) las conclusiones de la investigación deben ser coherentes con los datos recogidos; (7) los datos científicos no son lo mismo que la evidencia científica; y (8) las explicaciones se desarrollan a partir de una combinación de datos recopilados y de los que ya se conoce. (Lederman et al., 2014, p. 68).

Para valorar estos aspectos, el VASI cuenta con 7 ítems con tres categorías de respuesta: naïve, transitional e informed; estas categorías corresponden a los niveles en español "ingenuo" o poco informado, "en transición" e "informado", siempre en relación al aspecto sobre el que se haga referencia en la cuestión a valorar. En el trabajo que ahora se presenta se analiza el ítem 2 del cuestionario cuyo enunciado se recoge en la Tabla 1; este ítem es abierto y requiere una explicación por parte de los alumnos, de ahí la importancia de construir una rúbrica adecuada.

Tabla 1. Enunciado del ítem 2, traducido y adaptado al español (Lederman et al., 2014)

2. A dos estudiantes se les plantea la siguiente pregunta: ¿deben las investigaciones científicas partir siempre de una pregunta de investigación? Uno de ellos contesta que sí, y el otro que no. ¿Con quién estás de acuerdo tú? ¿Por qué?

Preguntas de investigación

Partiendo de las premisas anteriores, las cuestiones que se plantean en este estudio y a las que se quiere dar respuesta son:

1. ¿Cuál es el nivel de partida de los EGEI, en relación a su concepción sobre el origen de una investigación, antes de comenzar un programa formativo?
2. ¿Mejora su grado de comprensión sobre las concepciones del aspecto esencial de la indagación analizado?

METODOLOGÍA

Contextualización

Como se ha indicado anteriormente, el estudio se ha desarrollado en dos centros distintos con dos programas formativos diferentes. En este apartado se va a describir el contexto y el programa formativo de cada uno de ellos.

Centro Adscrito de Magisterio María Inmaculada de Antequera (CAMMIA). Universidad de Málaga

En la formación inicial del maestro de infantil, la Universidad de Málaga (UMA) contempla actualmente una única asignatura de 8 créditos y carácter obligatorio para el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza: la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza (DDCN). El alumnado tiene una formación preuniversitaria centrada mayoritariamente en humanidades y suele mostrar rechazo hacia todo aquello que esté relacionado con las ciencias experimentales. Se entiende que este rechazo puede estar asociado a experiencias negativas en niveles educativos inferiores donde ha predominado un modelo trasmisivo de enseñanza de las ciencias consistente en trasmitir conocimientos y que no ha favorecido la construcción de ideas por parte de los propios alumnos (Sáez, 2017, p. 2214).

Esta situación ha llevado a implementar un programa formativo sobre indagación con el objetivo de despertar en el estudiantado el interés por la ciencia y de proporcionarles instrumentos para, llegado el caso, trabajar las ciencias naturales con sus alumnos de la etapa de infantil con una metodología activa que coloque al alumno en el centro de su proceso de enseñanza-aprendizaje. El programa formativo implementado consta de 8 pasos y se presenta en la Figura 1.

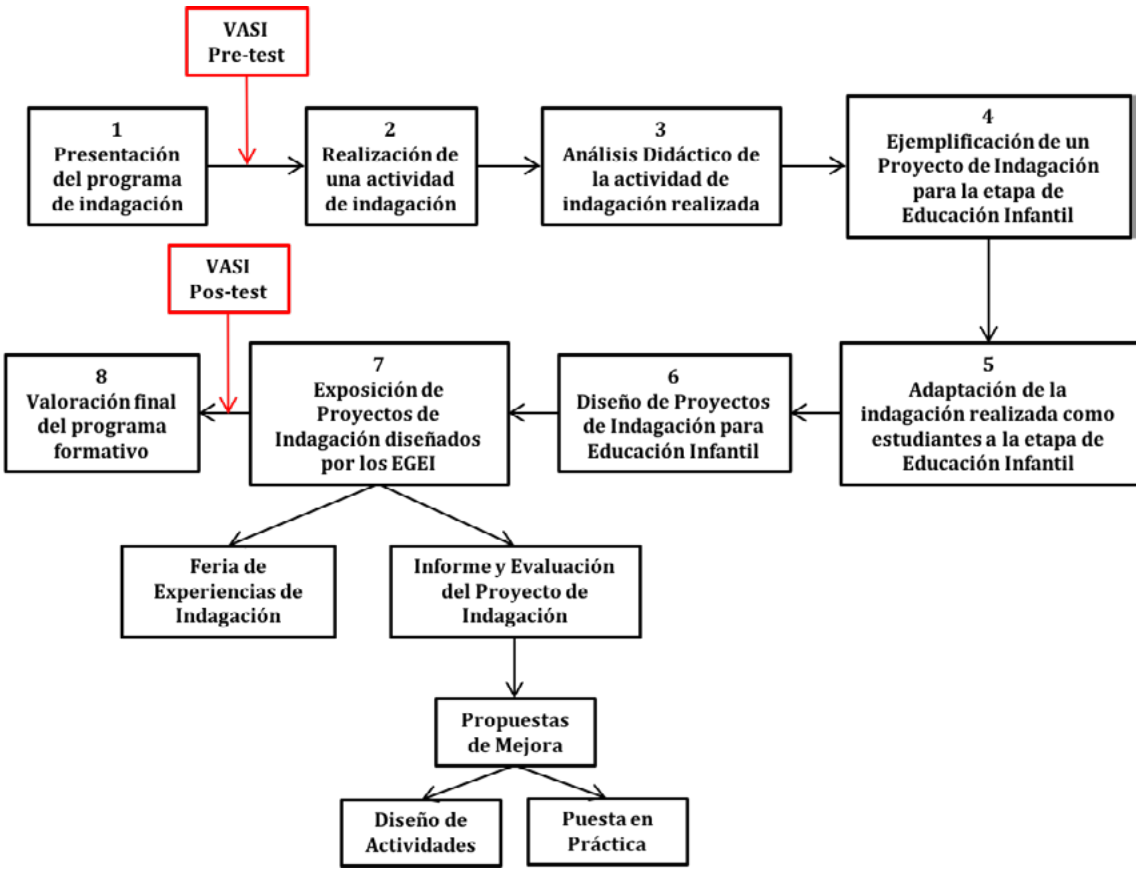


Figura 1. Programa formativo sobre indagación. Adaptado de Alarcón-Orozco, Franco-Mariscal y Blanco (2019)

Facultad de Educación de la Universidad de Burgos

En el Grado de Maestro de Educación Infantil en la Universidad de Burgos se contemplan 9 créditos de carácter obligatorio repartidos en las asignaturas de "El Medio Natural y su Didáctica I y II" (MND) que se cursan en el primer y segundo semestre de segundo curso. Por otro lado, se plantean en cuarto curso dos asignaturas optativas de 6 créditos cada una "Talleres de Medio Natural en Educación Infantil" (Talleres) y "Educación Ambiental" (EA).

En MND se trabajan con las ideas previas del alumnado de educación infantil, para después realizar diferentes prácticas y proyectos que se caracterizan porque se parte de una pregunta, una curiosidad, una inquietud o una situación problemática que pudiera plantearse al alumnado de educación infantil. En EA, se trabaja una parte conceptual teórica y otra práctica. En la práctica se trabaja la indagación desde un punto de vista empírico. El alumnado deberá llevar a cabo de manera grupal dos indagaciones de un nivel de secundaria relacionadas cada una de ellas directamente con aspectos medioambientales facilitándoles a cada grupo dos situaciones problemáticas.

Descripción de la muestra

La muestra consta en total de 68 sujetos que se dividen en dos grupos. Uno correspondiente a CAMMIA y el otro a la EdUBU.

El cuestionario fue cumplimentado por el alumnado de CAMMIA al comienzo de la asignatura de DDCN tras la presentación del programa formativo y tras la finalización del mismo antes de su valoración final, en la figura 1 aparece indicado en rojo. En este curso no había matriculado ningún hombre por lo que respondieron 52 alumnas. El 78,5% habían cursado Bachillerato, pero solo en tres casos (7,77% de la muestra) este fue de Cien-

cias; este dato es significativo porque confirma la afirmación relativa a la formación preuniversitaria de los alumnos de magisterio expresada en la contextualización de este trabajo. Además, nos indica que el 92,23% del alumnado no había tenido contacto formal con asignaturas de ciencias desde hacía 5 o más años.

El grupo de EdUBU cumplimentó el cuestionario antes y después de haber cursado la asignatura de EA. La muestra de 16 sujetos, todos ellos mujeres, presenta una media de edad de 22,6 años. Todo el grupo ha cursado Bachillerato, pero solamente dos sujetos (12,5%) en la modalidad de Ciencias. No obstante, todos los sujetos han realizado las asignaturas de CMN I y II. En la Figura 2 se muestra la secuencia indicando en rojo los momentos en los que los se cumplimentó el VASI.

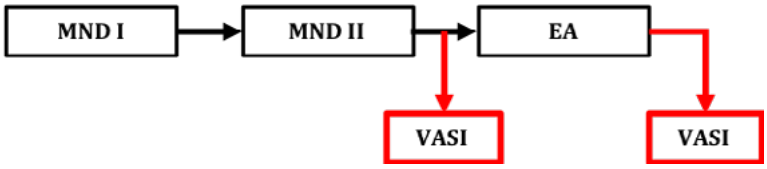


Figura 2. Diagrama de flujo de la intervención en EdUBU

Método de análisis

La rúbrica utilizada ha sido adaptada de la utilizada en Alarcón-Orozco, Cruz-Lorite, Franco-Mariscal y Blanco (en prensa). Se ha procedido a analizar con esta rúbrica, por ambas investigadoras de manera independiente, una muestra de 43 sujetos distintos a los participantes en este trabajo que habían cursado planes formativos similares. A partir de aquí, por acuerdo, se ha modificado la rúbrica quedando como se presenta en la tabla 2. Finalmente se ha procedido a analizar la muestra objeto de la investigación de manera independiente por cada investigadora y consiguiendo acuerdo en aquellos resultados donde existiese discrepancia.

Tabla 2. Rúbrica utilizada para la asignación de valores en el ítem 2

NIVEL LEDERMAN ET. AL (2014)	VALOR	CRITERIO
Naïve	0	Sí o no sin explicación
	1	No con explicación.
Transitional	2	Si con alguna explicación vaga o imprecisa o no relacionada con aspectos importantes de la investigación (preguntas/problemas, objetivos, hipótesis, diseño (identificación o relación entre variables, procedimientos, etc.), recogida de datos (observación), análisis, conclusiones).
	3	Si, mencionando uno o dos aspectos importantes de la investigación (preguntas/problemas, objetivos, hipótesis, diseño (identificación o relación entre variables, procedimientos, etc.), recogida de datos (observación), análisis, conclusiones).
Informed	4	Si, mencionando tres o más aspectos importantes de la investigación (preguntas/problemas, objetivos, hipótesis, diseño (identificación o relación entre variables, procedimientos, etc.), recogida de datos (observación), análisis, conclusiones).
	5	Sí y dan un sentido a la pregunta de investigación (concreta una duda, un problema, un conflicto, etc.)

RESULTADOS

Comparativa general

En la tabla 3, podemos observar los resultados generales expresados en número de sujetos y porcentaje del total de la muestra (68 individuos).

Tabla 3.- Comparativa entre el pretest y el postest de los valores obtenidos por la muestra total

COMPARATIVA GENERAL PRE & POST												
VALOR	0	% de 0	1	% de 1	2	% de 2	3	% de 3	4	% de 4	5	% de 5
Pretest	7	10,29	24	35,29	20	29,41	0	0,00	0	0,00	17	25,00
Postest	0	0,00	12	17,65	2	2,94	0	0,00	0	0,00	54	79,41

Es imprescindible comentar los resultados obtenidos con la valoración "1", en la cual se hace referencia a los encuestados que contestaron que las investigaciones científicas no deben partir de una pregunta de investigación. Si bien, se ha detectado en un número elevado de respuestas tanto en el pretest (62,5%) como en el postest (91,71%), pese a contestar que "no", la argumentación que alegan es que la investigación no parte únicamente de la pregunta, sino también de una curiosidad, una situación problema, una necesidad… y a partir de las cuales se plantean las preguntas poniéndose de manifiesto la formación recibida en los procesos formativos.

Tabla 4.- Análisis de los resultados obtenidos en el pre y postest con valor 1

	PRETEST			POSTEST		
Muestra	General	EdUBU	CAMMIA	General	EdUBU	CAMMIA
Sujetos con valoración 1	24	8	16	12	6	6
Sujetos con valoración 1 y justificación de valor 5	15	6	9	11	6	5
% sujetos valoración 1 y justificación valor 5	62,50	75,00	56,25	91,67	100,00	83,33

Por esta razón, las investigadoras han decidido para realizar el análisis de los resultados en este ítem, considerar estas respuestas con una valoración de 5, quedando los resultados generales tal y como se muestra en la figura 3.

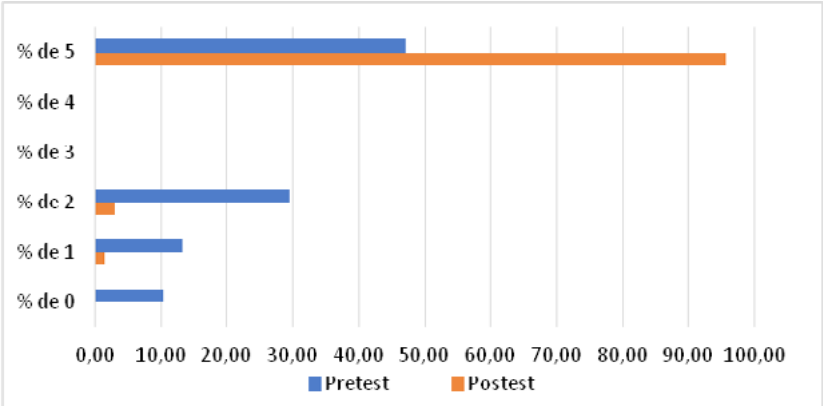


Figura 3. Comparativa de los valores obtenidos en el total de la muestra en el pre y postest

Como se puede apreciar en el total de la muestra, pese a que ya se parte de que el 47% tiene un nivel informado, en el postest se observa que este aumenta hasta el 95,59% y todos con una valoración de 5.

Para comprobar la evolución de cada una de los grupos (CAMMIA y EdUBU), se procede a analizar las muestras por separado, ya que no parten de la misma formación.

En el caso del grupo EdUBU, figura 4, donde tenemos una muestra de 16 sujetos, que previamente no han tenido una formación teórica específica de indagación, pero que sí que han trabajado en distintos proyectos de manera empírica que parten de situaciones problemáticas tal y como se comentó anteriormente, 13 (81,25%) parten de un nivel informado con una valoración de 5, y tras cursar la asignatura de EA, se aprecia que este valor aumenta a 15 sujetos (93,75%).

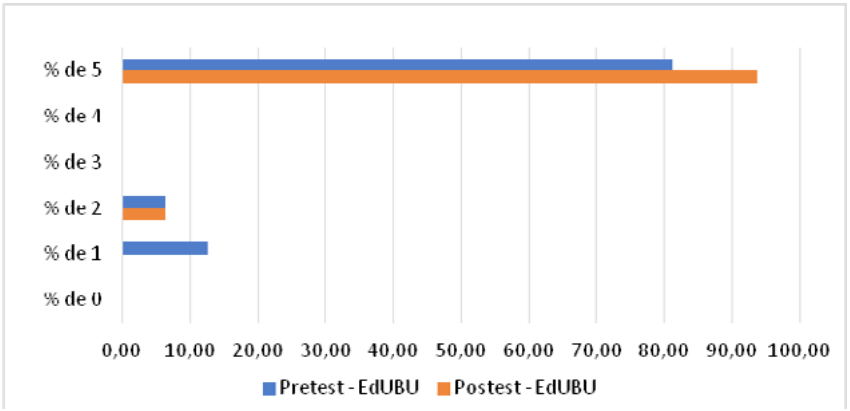


Figura 4. Comparativa de los valores obtenidos en el grupo EduUBU en el pre y postest

En grupo de CAMMIA, que consta de 52 sujetos, tenemos que destacar que pese a que el 92,23% del alumnado no había tenido contacto formal con asignaturas de ciencias desde hacía 5 o más años, el 36,54% (19 sujetos) parten de un nivel informado con valoración 5, el 26,92% (14 sujetos) en un nivel naïve, con una valoración de 0 y 1 equitativamente, encontrándose el resto en un nivel intermedio con una valoración de 2. Tras cursar el programa formativo que se ofrece en CAMMIA, se ha podido apreciar una evolución muy satisfactoria ya que el 96,5% del total de la muestra se encuentra en el nivel informado con una valoración de 5. (Figura 5)

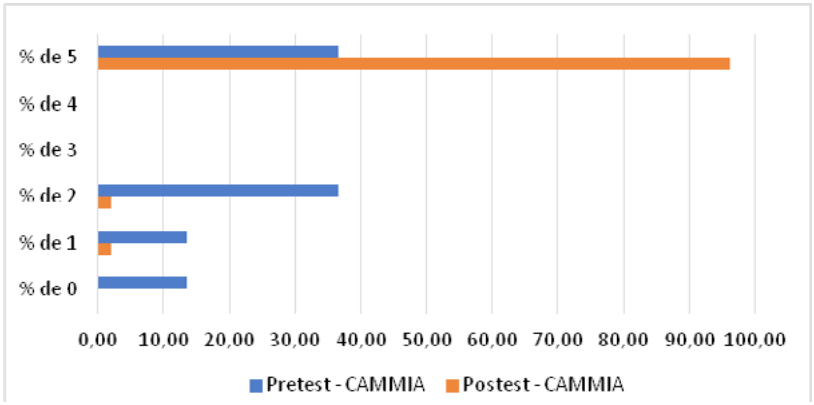


Figura 5. Comparativa de los valores obtenidos en el grupo CAMMIA en el pre y postest

CONCLUSIONES / DISCUSIÓN

A través del análisis del ítem 2 del cuestionario VASI, se ha querido analizar cómo conciben el origen de la investigación los EGEI tras un programa formativo. Si bien es cierto que la muestra total la forman dos grupos con una formación inicial diferente, este hecho nos ha permitido contrastar los resultados y realizar un análisis para validar la rúbrica utilizada.

La alfabetización científica es una competencia a alcanzar en la educación secundaria obligatoria, hemos podido comprobar en el grupo de CAMMIA que, pese a que los sujetos hayan cursado varios años atrás asignaturas relacionadas con las ciencias naturales, existe un porcentaje considerable que tras el análisis del pretest están en el ítem analizado con un nivel de informado. Es muy gratificante poder ver que tras la realización de programas formativos con los EGEI se aprecia una notoria mejoría de la concepción del origen de la investigación. En el caso del grupo de EdUBU podemos apreciar además que continuar trabajando de manera empírica la ciencia consolida estas concepciones.

Destacamos en todo el proceso la importancia de trabajar en equipo desde dos centros con programas formativos diferentes, aunque las investigadoras presenten visiones similares sobre la impartición de las asignaturas, este hecho, aunque en ocasiones ha generado discusión por tener visiones diferentes, ha enriquecido la rúbrica y la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón-Orozco, M.M., Franco-Mariscal, A.J. & Blanco-López, Á. (2019). La indagación en maestros de Educación Infantil en formación inicial. Una propuesta formativa para la transferencia a la práctica. *Boletín ENCIC. Revista del Grupo de Investigación HUM-974*. Volumen 3(2), 151-154.

Alarcón-Orozco, M.M., Cruz-Lorite, I.M., Franco-Mariscal, A.J. & Blanco-López, Á. (en prensa). Pre-service elementary science teachers' views about scientific inquiry. A pilot study. En *The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education (Proceedings of ESERA 2019)*. Bologna, Italy.

Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimen-*

tales, 70, 83-92.

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva (Andalucía).

Diez-Ojeda, M., Meneses-Villagrá, J. & Greca, I. (2017). ¿En qué favorece a los maestros en formación inicial la implementación de una indagación empírica? *Enseñanza de las Ciencias*. Extraordinario.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83.

Lee, C. K., & Shea, M. (2016). An Analysis of Pre-service Elementary Teachers' Understanding of Inquiry-based Science Teaching. *Science Education International*, 27(2), 217-237.

Mosquera Bargiela, I., Puig, B., & Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 7-23.

National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council [NRC]. (2000). *Inquiry and the national science education standars: A guide for Teaching and Learning*. Whashington, DC: National Academy Press.

Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission. Retrieved from: https://bit.ly/2UNz86M

Sáez, M. J. Perfiles de maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias por indagación. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 2017, n.º Extra, pp. 2213-8, https://bit.ly/2XZviNb.

CF.61 Análisis Bibliométrico sobre el uso de Tecnologías Emergentes en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en la década 2010 – 2019.

Francisco Silva-Díaz[1*], Javier Carrillo-Rosúa[1,2], Gracia Fernández-Ferrer[1] y Mercedes Vázquez-Vílchez[1].

[1] Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. [2] Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), España. * fsilva@correo.ugr.es

RESUMEN

Se presenta una revisión de literatura basada en indicadores bibliométricos sobre el uso de Tecnologías Emergentes en Educación (TEE) utilizadas en la enseñanza de las Ciencias Experimentales, la educación STEM/STEAM y que se apliquen en Educación Secundaria. Se han considerado como TEE aquellas recogidas en el informe *"Horizon Report: K-12 Edition"*; a) *Makerspaces*, b) *Robotics*, c) *Analytics Technologies*, d) *Virtual Reality*, e) *Artificial Intelligence* y f) *The Internet of Things*. Se ha realizado una búsqueda en Scopus basada en una ecuación que reúne términos claves de las tres variables de análisis descritas. A partir de una muestra refinada (N= 155), se observa un predominio de la Realidad Virtual (y Aumentada) y Robótica (84%) seguida por los Espacios Maker (10%) y, en menor medida, la Inteligencia Artificial, las Tecnologías Analíticas e Internet de las cosas (2%).

Palabras clave: Tecnologías Emergentes en Educación, Educación Científica, Educación STEM, Educación STEAM.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Ciencias Experimentales plantea muchos, y fascinantes, desafíos, principalmente debido a lo complejo de cautivar a estudiantes cada vez más desmotivados por el aprendizaje de las Ciencias (COCSE, 2011; OCDE, 2015; Rocard, 2007). En ese sentido, las actitudes juegan un rol fundamental en el aprendizaje (Aguilera y Perales-Palacios, 2018; Osborne, Simon y Collins, 2003; Tzu-Chiang et al., 2014), por lo que fomentar el desarrollo de actitudes positivas hacia la disciplina podría incidir en una mayor motivación y, por consiguiente, un aprendizaje más significativo. Además, las actitudes, están relacionadas directamente con las experiencias positivas y el posterior desarrollo de vocaciones científicas (Bybee y McCrae, 2011; Osborne et al., 2003). En la búsqueda de conseguir una mayor cercanía, por parte de los estudiantes, hacia las ciencias, el uso de la tecnología cumple un rol esencial, puesto que permite maximizar la mejora de las actitudes (Aguilera y Perales-Palacios, 2018). En ese sentido, la incorporación de nuevas tecnologías para la enseñanza se ha desarrollado de forma progresiva, y sostenida, en los últimos años (ODITE, 2017), por lo que el estudio de las denominadas Tecnologías Emergentes en Educación (TEE) se hace cada vez más necesario (Makokha, 2017).

Se desarrolla una revisión de la literatura actual, mediante un análisis bibliométrico, sobre el uso de diversas TEE para la enseñanza de las Ciencias Experimentales, abordada desde la didáctica de la propia disciplina y los enfoques STEM y STEAM.

MÉTODO

El presente estudio se realiza mediante el flujo de trabajo para estudios bibliométricos propuestos por Zupic y Čater (2015), siguiendo un esquema de cinco pasos que se presenta a en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo utilizado en el proceso de revisión bibliométrica.

En el diseño del estudio se ha considerado un análisis bibliométrico de la literatura más relevante sobre el uso de TEE en las Ciencias Experimentales, por lo que se han considerado tres variables de análisis: a) Tipo de Tecnología utilizada, b) Tipo de Enseñanza y c) Nivel Educativo.

Respecto del "Tipo de Tecnología", se ha utilizado como marco de referencia aquellas incluidas en el Informe "*Horizon Report: K-12 Edition*" (Freeman, Adams, Cummins, Davis, y Hall, 2017). En la Tabla 1 se presenta una descripción de las TEE consideradas para el presente estudio.

Tabla 1. Tecnologías Emergentes en Educación.

TEE	CONCEPTUALIZACIÓN	EJEMPLOS
Makerspaces	Son espacios físicos diseñados para fomentar el aprendizaje mediante el trabajo "práctico", suelen contar con diversos tipos de Tecnologías Emergentes. El énfasis se centra en las actividades manuales por sobre la tecnología.	Impresoras 3D Cortadores Laser Softwares de Animación.

TEE	CONCEPTUALIZACIÓN	EJEMPLOS
Robotics	La Robótica es considerada como el diseño y las aplicaciones de robots o máquinas automatizadas que realizan diversas actividades. Se utilizan para fomentar el pensamiento crítico y computacional en el estudiantado de secundaria. Además, se suelen asociar al desarrollo de actividades de tipo STEM.	Lego WeDo MBot Next Scratch Arduino
Analytics Technologies	Las Tecnologías Analíticas son consideradas como herramientas y aplicaciones que convierten datos en información procesable, lo que permite al profesorado tener información, en tiempo real, sobre los progresos del alumnado que faciliten la toma de decisiones respecto de los ajustes necesarios en función de sus logros.	Sistemas de gestión de bases de datos. Herramientas de análisis predictivo y de modelado
Virtual Reality	Se refiere a entornos generados por computadora que simulan un espacio físico en los que se desarrollan experiencias sensoriales realistas. Existen dos tipos de inmersión, de nivel básico que contempla el uso de imágenes en 3D con la posibilidad de interactuar mediante el uso de un ordenador y un nivel alto que permiten conseguir un mayor grado de inmersión, lo que ofrece experiencias más "realistas". Adicionalmente, la "Realidad Mixta" ofrece información adicional en un entorno real con elementos basados en tecnología de Realidad Aumentada.	Samsung Gear Google Cardboards HTC-Vive Oculus Rift / Go Playstation VR Microsoft Hololens
Artificial Intelligence	Es considerada como la capacidad de las computadoras de tomar decisiones basadas en el aprendizaje automático a partir de la interacción con los seres humanos. Se basa en la automatización de tareas complejas y la capacidad de predicción a partir del manejo de datos masivos.	Cortana (Microsoft) Siri (Apple) Alexa (Amazon) Google Home
The Internet of Things	El Internet de las cosas (IoT) consta de objetos dotados de potencia informática a través de procesadores o sensores integrados capaces de transmitir información a través de redes. Estas conexiones permiten la gestión remota, la supervisión del estado, el seguimiento y las alertas. Este tipo de tecnologías facilita la optimización de recursos a partir de los datos obtenidos en tiempo real.	Wearables Smart Devices Smartwatch Smartphone Sensors

En cuanto al "Tipo de Enseñanza" se han considerado a los que van dirigidos los documentos. Se han establecido tres categorías que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipo de Enseñanza.

Didáctica de las Ciencias Experimentales	En esta categoría se contempla la enseñanza de las Ciencias, considerando, para ello, la Física, Química, Biología, Geología, Educación Ambiental, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Vida y/o Ciencias del Espacio.
Educación STEM	En cuanto al ámbito STEM, se contemplan todos aquellos estudios que declaren en sus abstracts la educación STEM, ya sea en su acrónimo o de forma segregada (*Sciences, Technology, Engineering and Mathematics*). Adicionalmente, se contemplan aquellos estudios que, aunque no se declare en sus abstracts, se realicen actividades de tipo STEM (e. g. Robótica Educativa).
Educación STEAM	En relación a esta categoría, se han considerado aquellos estudios que declaran, explícitamente, un enfoque STEAM, es decir, que incluyan la variante "art" o más cercana al ámbito de las humanidades.

Finalmente, con relación a la variable "Nivel Educativo" se ha considerado el nivel al cual se encuentran dirigidos los estudios, estando las categorías descritas en la Tabla 3.

Tabla 3. Nivel Educativo.

Secundaria	Se contemplan todos aquellos estudios dirigidos al nivel secundario, para estos efectos se han considerado los términos "high school" y "middle school", además de los niveles independientes (6th grade, 7th grade, …, 12th grade) y en su conjunto (Secondary School).
Primaria + Secundaria	En esta categoría se contemplan aquellos estudios en los que, además de incluir la Educación Secundaria, consideran algunos cursos de Educación Primaria, en ningún caso esta actúa de forma independiente.
Formación del Profesorado + Secundaria	Con relación a esta categoría, se consideran aquellos estudios que, dirigidos o no al estudiantado de Secundaria, contemplan al profesorado tanto en formación (Inicial o Continua) o en ejercicio de la profesión en el nivel Secundario.

El proceso de recolección de datos se desarrolla a partir de la elaboración de una ecuación de búsqueda avanzada (Tabla 4) para la base de datos Scopus debido, entre otros aspectos, por su amplio uso en el sector académico y por los altos niveles de calidad que implica la indexación en dicha base de datos.

Tabla 4. Ecuación de búsqueda avanzada (Scopus)

TITLE-ABS-KEY((robot* OR "maker spaces" OR "makerspaces" OR "analytics technologies" OR "virtual reality" OR "augmented reality" OR "Artificial Intelligence" OR "Internet of Things" OR "Emerging Technologies" OR "3d Printer" OR "laser cutter") AND ("Science education" OR "Science Learning" OR "Science Teaching" OR "science" OR "physics" OR "chemistry" OR "geology" OR "earth sciences" OR "biology" OR "environmental sciences" OR "space sciences" OR "life sciences" OR "STEM" OR "STEAM") AND ("secondary education" OR "secondary school" OR "Middle school" OR "high school" OR "7th grade" OR "8th grade" OR "9th grade" OR "10th grade" OR "11th grade" OR "12th grade"))

Por otra parte, en la Tabla 5 se presentan los criterios de inclusión y exclusión considerados para la selección de la muestra, mientras que en la Figura 2 se presenta un diagrama de flujo que representa el proceso de selección.

Tabla 5. Criterios de selección

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
Año de publicación inicial 2010 y final 2019	Otros años de publicación fuera del rango.
Artículos de revistas científicas	Otros documentos.
Idioma inglés y español	Otros idiomas.
Considera alguna de las TEE descritas en la primera variable.	No señala tipo de TEE o no se incluye en las descritas en la primera variable.
Considera la enseñanza de alguna de las descritas en la segunda variable.	No señala, o no contempla, la enseñanza de alguna de las disciplinas descritas en la primera variable.
Considera los niveles educativos descritos en la tercera variable.	No contempla la Educación Secundaria.

Figura 2. Proceso de selección y filtrado de documentos, entre corchetes se indica la cantidad de documentos eliminados según criterio.

Respecto a la revisión de abstracts, se realizó un proceso de doble ciego, en el cual, los autores realizaron una lectura de 267 documentos de forma independiente y, posteriormente, se contrastó el grado de acuerdo en los documentos seleccionados, en aquellos casos en los que no hubo acuerdo, se realizó una nueva revisión en conjunto, llegando a un acuerdo total en la muestra seleccionada.

El análisis de resultados se realizó mediante el uso de una planilla de Excel. El proceso de análisis se realizó mediante el diseño de gráficos Excel, a partir de los datos registrados en la planilla, además, se utilizaron las propias métricas de Scopus. Finalmente, se han utilizado las aplicaciones web http://sankeymatic.com/ (diagrama de Sankey, Fig. 5) y https://mapchart.net/ (Mapa de distribución de documentos, Fig. 4).

RESULTADOS

En cuanto a los principales resultados obtenidos, estos se presentan en consideración a las variables de análisis, descritas en el apartado de método. En primer lugar, en la Figura 3 se presenta la evolución de los documentos en el tiempo agrupados en función del tipo TEE utilizada. Se observa una marcada presencia en el uso de la Realidad Virtual (y Aumentada) y la Robótica durante todo el periodo analizado, con una tendencia al crecimiento en la producción de ambas desde el 2017 en adelante. Durante el año 2019 se alcanza el mayor número de publicaciones registradas en Scopus, tanto para Realidad Virtual (24) como para Robótica (19).

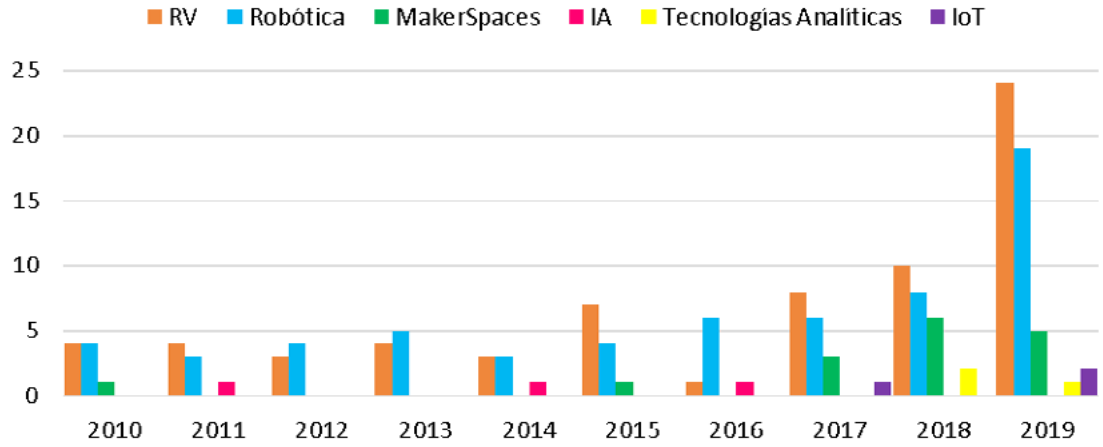


Figura 3. Producción científica en años por tipo de TEE utilizada.

Otro elemento importante se basa en la ausencia, durante gran parte del periodo analizado, de tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) y las Tecnologías Analíticas, mientras que en el caso de la Inteligencia Artificial (IA) se registra de forma intermitente. Por último, en el caso de los *"MakerSpaces"* se observa una presencia irregular durante la primera parte de la década de estudio, sin embargo, existe un despegue en la producción a partir del año 2017, registrando entre el periodo 2017-2019 el 75% de la producción total respecto de este tipo de tecnología.

Con relación a la distribución de los documentos, en la Figura 4 se presenta como se encuentra la producción científica a nivel mundial, por medio de un mapa segmentado en seis regiones.

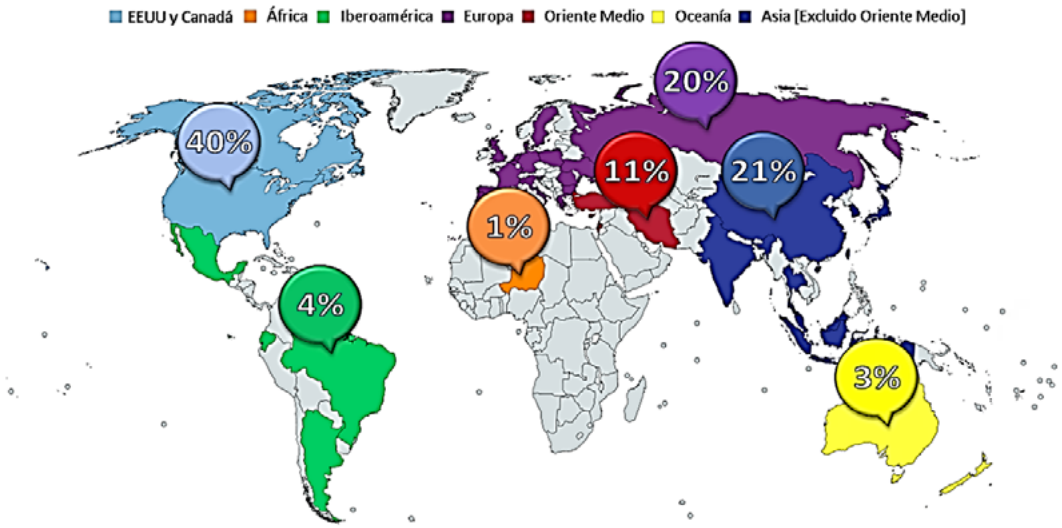


Figura 4. Mapa que representa la distribución de los documentos según la productividad de países agrupados en regiones.

Se observa un desequilibrio respecto a la producción por regiones, concentrándose en tres regiones que lideran la producción: EEUU y Canadá (71), Asia [excluyendo Oriente Medio] (38) y Europa (35), representando sobre el 80% de la muestra total. Por otra parte, se aprecia la baja productividad de las regiones Iberoamérica (8), Oceanía (5) y África (1), llegando a representar tan solo el 8% de la muestra. Llama la atención la presencia de una producción moderada respecto de la región de Oriente Medio (20) la que, en su conjunto, representa el 11% del total.

En la Figura 5 se presenta la relación entre el "Tipo de Tecnología" utilizada en los artículos seleccionados, el "Tipo de Enseñanza" al cual se encuentran dirigidos y, finalmente, las fuentes de publicación con mayor frecuencia a través de un diagrama de tres campos (diagrama de Sankey).

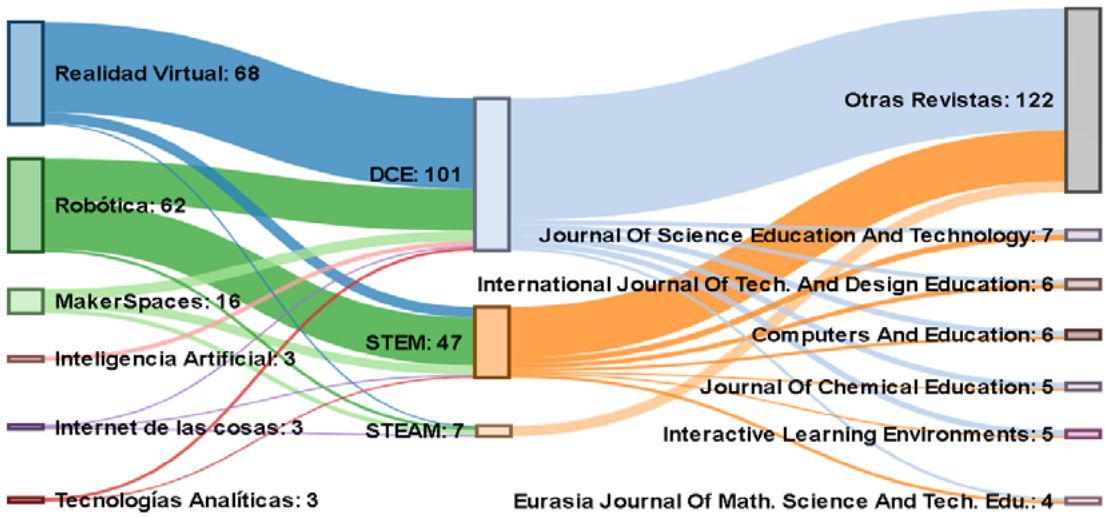


Figura 5. Diagrama de Sankey para "Tipo de Tecnología", "Tipo de Enseñanza" y "Revistas de Indexación"

Se aprecia que la distribución de los estudios en función de la tecnología utilizada se dirige, mayoritariamente, hacia la enseñanza de las Ciencias Experimentales (65%), seguida por la enseñanza STEM (30%) y la enseñanza STEAM (5%). Mientras que, en el caso de las fuentes de publicación, se observa una amplia diversidad basada en 101 revistas distintas. Dentro de las revistas con mayor producción se encuentran *Journal of Science Education and Technology* (4,5%), *Computers & Education* (3,9%), *International Journal of Technology and Design* (3,9%), *Interactive Learning Environments* (3,2%), *Journal of Chemical Education* (3,2%) y *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (2,6%). Adicionalmente, el 78,7% de los documentos se encuentran distribuidos en 95 revistas diferentes.

DISCUSIÓN

Los resultados indican que nos encontramos en presencia de Tecnologías que se encuentran en pleno proceso emergente, liderado por Norteamérica, siendo la Realidad Virtual (y Aumentada) y la Robótica las que poseen mayor presencia a lo largo de los últimos años; además presentan mayor crecimiento desde el año 2017 en adelante. Respecto a los *MakerSpaces*, la literatura se presenta de forma esporádica y con una clara tendencia de aumento a partir del año 2017. En los otros casos el número de trabajos es escaso por lo que resulta difícil establecer una tendencia temporal. Solo en el caso del internet de las cosas (IoT) y las Tecnologías Analíticas se puede decir que representan un fenómeno muy actual puesto que solo hay artículos a partir del 2018. Esto nos permite suponer, que son tecnologías que se encuentran aún en un estado muy incipiente, no habiendo generado todavía investigación educativa de impacto.

Con relación al tipo de enseñanza se observa un importante número de publicaciones asociadas a las Ciencias Experimentales, o disciplinas específicas, mientras que la enseñanza STEM, que implica la integración de las disciplinas (Sanders, 2009) se presenta de forma moderada, lo que podría explicarse, en parte, debido a una falta de consenso, y conocimiento, respecto de la integración STEM (Martín-Páez et al., 2019). Otro elemento importante de señalar tiene relación con la presencia de nuevos enfoques para la enseñanza de las Ciencias Experimentales, aun cuando el surgimiento del STEM data desde los años 90's, no es hasta el 2009 – 2013 con las investigaciones de Sanders y Bybee que comienza a tener mayor presencia, por lo que su implementación es aún muy reciente. Por su parte, la educación STEAM, que implica la incorporación de "las artes", desde una concepción del pensamiento creativo se presenta de forma minoritaria, pudiendo ser debido a considerarse como un enfoque relativamente moderno.

CONCLUSIONES

A partir de la revisión de la literatura podemos concluir en dos grandes aspectos, el primero de ellos hace referencia al crecimiento sostenido en los últimos años sobre el uso de distintos tipos de tecnologías, consideradas emergentes dada su reciente elaboración. Asimismo, el uso de estas tecnologías en la Enseñanza Secundaria se ha ido incorporando de forma progresiva y con mayor fuerza en los últimos años, lo que nos hace presumir que la tendencia seguirá en aumento tanto en presencia como variedad, por cuanto, se requiere de nuevas investigaciones en este campo emergente.

El segundo se encuentra orientado hacia la enseñanza de las Ciencias Experimentales, si bien se observa que sigue predominando la Didáctica de las disciplinas de forma independiente, consideramos que enfoques más integradores, como el caso del STEM/STEAM comienzan a tomar mayor presencia, con lo cual, el uso de nuevas tecnologías para la enseñanza de las Ciencias experimentales comienza a ser cada vez más necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, D., y Perales-Palacios, F. J. (2018). What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2

Bybee, R. y McCrae, B. (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7–26.

https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518644

Bybee, R. W. (2013). *The case of STEM education: Challenges and Opportunities*. Washington DC, United Estates of America: National Science Teachers Association.

Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) (2011). *Informe Enciende.*

Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., y Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Makokha, J. (2017). Emerging Technologies and Science Teaching. En K.S. Taber y B. Akpan (Eds.), *Science Education* (pp. 369-383). The Netherlands: Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_27

Martín Páez, T., Aguilera, D., Perales Palacios, F. J., & Vílchez González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*. https://doi.org/10.1002/sce.21522

ODITE. (2017). *Tendencias Educativas 2017* Recuperado de: https://issuu.com/espiral/docs/odite_tendencias_educativas_2017/6

OCDE. (2015). *PISA 2015 Resultados Clave* (2016). https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25*(9), *1049–1079*. https://doi.org/10.1080/0950069032000032199

Rocard, M. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher, 68*(4), 20–27.

Tzu-Chiang Lin, Tzung-Jin Lin & Chin-Chung Tsai (2014) Research Trends in Science Education from 2008 to

2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, *36*(8), 1346–1372. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.864428

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, *18*(3), 429–472. https://doi.org/10.1177/1094428114562629

CF.62 Estudio piloto para el análisis y desarrollo de estrategias de mejora del ambiente de aprendizaje de las ciencias en Educación Infantil

Irantzu Uriz, Isabel Zudaire, María Napal

Departamento de Ciencias. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Pública de Navarra. iranzu.uriz@unavarra.es

RESUMEN

Son múltiples los factores que determinan el ambiente de aprendizaje de las ciencias en Educación Infantil (EI). Entre ellos, se pueden mencionar la formación del profesorado (en activo y en formación), visiones sobre la ciencia, condiciones estructurales, etc. Con idea de realizar un mapa de la situación, se ha realizado un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), apoyado en investigaciones publicadas y percepciones de las propias investigadoras, con el objetivo de facilitar la determinación de estrategias de acción. Se presenta un primer estudio piloto para el análisis actual del ambiente de aprendizaje de las ciencias en los centros que colaboran en el periodo de prácticas del alumnado. Se observan algunas tendencias esperadas y se proponen varias líneas de actuación de cara a futuro.

Palabras clave: Educación Infantil; enseñanza de las ciencias; ambiente de aprendizaje

INTRODUCCIÓN

La importancia de ofrecer al alumnado de Educación Infantil (EI) ambientes de aprendizaje que enriquezcan sus propios procesos de desarrollo del pensamiento, habilidades para la exploración y que sostengan su cu-

riosidad innata es evidente (Furman 2016; Lemkow-Tovías, Brugarolas Criach, Cantons-Palmitjavila, Carballo-Márquez, & Mampel-Alandete, 2016; Carbonell Uñó and Ballester Rovira 2016). Desde la investigación en didáctica de las ciencias, cada vez son más las aportaciones dedicadas a esta etapa y aunque todavía queda mucho por hacer, ya se dispone de propuestas de enseñanza sobre "cómo aprender ciencia haciendo ciencia" teniendo en cuenta las características propias del alumnado de EI (Jerner Martin, Jean-Sigur, & Schmidt, 2005; Fernández & Bravo, 2015; Gelman, Brenneman, Macdonald, & Román, 2010).

Sin embargo, en la práctica, existen diversas dificultades que obstaculizan la aplicación de éstas en las aulas. Reflejo de ello son algunos recientes estudios que las abordan desde el punto de vista de los docentes en activo (Cantó & Serrano, 2017) y de los maestros en formación inicial (Cantó Doménech, Pro Bueno, & Solbes Matarredona, 2016). También, se pone en cuestión la formación en didáctica de las ciencias experimentales (DCE) que ofrece el profesorado universitario en los Grados de maestros y maestras de Educación Infantil (Cruz-Guzman, Puig, & García-Carmona, 2020; López-luengo, Torrego-egido, & Vallés, 2018).

Existe una notable diferencia entre las competencias que se asocian a los y las maestras de la etapa de EI desde la óptica de la investigación en didáctica de las ciencias y las que realmente se aplican en aula. Para los y las investigadoras, los y las maestras de Educación Infantil competentes deberían saber hacer buenas preguntas, crear ambientes donde se puedan desarrollar habilidades de observación y predicción y que surjan nuevas preguntas, explorar sus propias respuestas y argumentaciones, etc. De hecho, podríamos decir que uno de los objetivos principales de la educación en ciencias es conocerla aplicando sus propios procesos. Pero en realidad, la práctica está muy condicionada por las concepciones que tengan sobre la ciencia y, en consecuencia, en cómo debe ser el ambiente de enseñanza.

Las dificultades que se puede encontrar en las vías de mejora de estos ambientes pueden deberse a múltiples factores, por lo que resulta muy interesante explorar cada una de ellas para identificar posibilidades de cambio y anticipar sus limitaciones. Para ello, se ha realizado un análisis DAFO aplicado a varios posibles agentes o factores implicados. Para la identificación, se ha establecido el esquema que se representa en la Figura 1. Se ha considerado al profesorado de todas las etapas educativas y sus interacciones para el análisis interno, dejando para el análisis externo el resto de agentes implicados. Así, en el entorno más próximo estarían la universidad y la escuela y sus condicionantes (micro-entorno), dejando el resto de factores en el llamado macro-entorno.

Figura 1. Representación de los agentes internos y externos que intervienen en la determinación de los ambientes de aprendizaje de las ciencias.

La Tabla 1 recoge las principales ideas del análisis DAFO. Cabe señalar que se recogen ideas de otros autores, pero se han categorización como una dificultad, amenaza, fortaleza u oportunidad desde una perspectiva propia de las autoras.

Tabla 1. Análisis DAFO del ambiente de aprendizaje de las ciencias para EI en la C.F. de Navarra.

DEBILIDADES	FORTALEZAS
Alumnado de Grado con poca formación previa en ciencias. Además, con miedos, rechazos y complejos respecto a la ciencia. Profesorado de EI en activo con falta de formación disciplinar y didáctica en enseñanza de las ciencias (Cantó & Serrano, 2017). Profesorado universitario que no siempre conoce las singularidades de la etapa EI (Cantó Doménech et al., 2016). Modelos de enseñanza de las ciencias previos no coherentes o que limitan el alcance de su significado (de Pro, 2013) en alumnado y profesorado. Interpretación del currículo por parte del profesorado de cualquier etapa cerrada (ejemplo: no realiza experimentación dado que no se menciona explícitamente). Riesgo por parte del profesorado y alumnado de caer en *activismo* (hacer sin ningún objetivo educativo claro). Percepción por parte del profesorado de que los escolares de la etapa de EI no tienen capacidades cognitivas suficientes para iniciarse en aprendizaje de las ciencias. Rigidez y poca apertura al cambio y a la mejora de la práctica docente en todas las etapas educativas. Falta de coherencia entre la "teoría" de la formación universitaria y la "práctica" que se encuentran en los centros	Alumnado de Grado que reconoce la importancia de una buena educación en ciencias desde etapas iniciales. Profesorado de EI en activo que conoce las singularidades de la etapa y aporta su experiencia. Profesorado universitario con alta competencia científica y amplio conocimiento en didáctica de las ciencias (general). Alumnado como agente de cambio: Nuevos referentes de modelos de enseñanza de las ciencias en los centros durante el periodo de prácticas y continuación. Profesorado consciente de la necesidad de una constante revisión y adecuación de sus prácticas docentes en todas las etapas educativas.
AMENAZAS	**OPORTUNIDADES**
Poco tiempo para formación específica en didáctica de las ciencias en el Grado: 9 ECTS en total. Las prácticas en aula se realizan el último curso (una vez cursadas todas las asignaturas). Falta de programas de doctorado en didáctica de las ciencias en la propia Universidad. El currículo presenta los contenidos de forma que puede hacer pensar erróneamente que hay "poca ciencia" (Cantó Doménech et al., 2016). Pocos estudios en didáctica de las ciencias para la etapa de EI (Cantó Doménech et al., 2016). Falta de integración de profesorado de la etapa en actividades de investigación, falta de relación universidad escuela. Restricciones institucionales dentro de la universidad que pudieran mejorar las condiciones de enseñanza en el GRADO (directrices de número de alumnado de los grupos muy elevado, plan de estudios poco actualizado y poco susceptible a cambios de la memoria verificada). En la escuela, falta de recursos y poco apoyo del equipo de profesorado o directivos. Falta de tiempo para formación. Dificultades para llevar a cabo trabajos de investigación 0-6 (limitaciones de comunicación verbal, estabilidad de opiniones y creencias, etc.). Solicitud de permisos para utilización de datos para investigación (falta de mecanismos que faciliten su normalización).	Alta matriculación anual de alumnado de Grado y poco variable. Creciente interés y número de publicaciones en revistas especializadas sobre enseñanza de las ciencias en EI. Aportación que ofrece la investigación en didácticas de las ciencias de etapas educativas superiores en las bases de la enseñanza de las ciencias. Currículo lo suficientemente abierto a modelos de enseñanza de las ciencias más actuales y apoyadas por las investigaciones en didáctica de las ciencias. Espacios de formación de profesorado: Centro de Apoyo al Profesorado, cursos de verano de la propia universidad u otros. Subvenciones a proyectos de investigación y transferencia de conocimiento a realizar en centros escolares por Gobierno de Navarra. Convenio colaboración UPNA – centros escolares.

El análisis de todos los factores que se reflejan en la tabla sería muy extenso, por lo que para esta comunicación nos hemos centrado en aspectos que hacen referencia a la relación entre profesorado universitario y profesorado en activo.

Cabría pensar que el amplio conocimiento en didáctica de las ciencias del profesorado universitario, la alta matriculación en los grados en Maestro de Educación Infantil, tres periodos de prácticas obligatorias y las subvenciones a proyectos de investigación y transferencia son un escenario muy favorable para el desarrollo de proyectos de investigación sobre la enseñanza de las ciencias en esta etapa. Sin embargo, el profesorado universitario, no siempre conoce las singularidades de la etapa, ni tiene acceso al aula.

Por otra parte, el profesorado de EI en activo, mucho más conocedor de las características de la etapa, en contacto directo con el alumnado, sin una formación investigadora previa (a diferencia de lo que puede ocurrir con el profesorado de secundaria), no suele tener interés en realizar actividades de investigación con la universidad ni en su aula.

Dichas condiciones dificultan hacer visibles los puntos de unión y crear colaboraciones entre universidad y escuela, aspecto que se considera como una debilidad, y que además, puede disminuir las oportunidades que puedan surgir.

El alumnado del Grado puede facilitar este nexo de unión entre universidad y escuela, durante el periodo de prácticas. Esta situación se produce, en el caso de nuestra universidad, en el último curso, una vez que ya ha cursado todas las asignaturas, y normalmente va asociada a una propuesta para la elaboración del Trabajo Fin de Grado.

Partiendo de estas consideraciones, se ha planteado un primer estudio para, por un lado, conocer cuál es la realidad de la enseñanza de las ciencias en la Educación Infantil en la C.F. Navarra, y por otro, dar a conocer el grupo de investigación y su interés en buscar posibles colaboraciones.

METODOLOGÍA

Se ha llevado a cabo una encuesta para analizar el ambiente de aprendizaje de las ciencias en la etapa de Educación Infantil, teniendo en cuenta 4 dimensiones, adaptado de Iglesias Forneiro (2008): Física, funcional, temporal y relacional (Tabla 2). Las encuestas han sido rellenadas por los alumnos y alumnas del último curso del Grado en Maestro en Educación Infantil mientras realizaban el practicum II (2º periodo de prácticas, último curso, 10 semanas), con la ayuda de los tutores y las tutoras de los centros. Para facilitar la distribución de la encuesta y recogida de información se ha utilizado la plataforma Google Forms, incluyendo específicamente el consentimiento de la tutora del centro.

Tabla 2. Resumen de las preguntas del cuestionario de cada dimensión (adaptado de Iglesias Forneiro, 2008)

DIMENSIÓN	PREGUNTA
Física	¿Existe un espacio físico (rincón, ambiente, zona, etc.) específico para trabajar las ciencias?
	¿Qué materiales o instrumentos hay? Haz una lista
	Estos materiales e instrumentos son... (estáticos, dinámicos, otros)
Funcional	¿Se llevan a cabo actividades relacionadas con las ciencias experimentales?
	¿Cuáles son los temas que se trabajan en las actividades de ciencias? (Indicar en escala Likert mucho-poco sobre una lista de 12 temas relacionados con las ciencias experimentales)
	Las actividades relacionadas con ciencia son... (de juego libre-completamente guiadas)
	Se trabajan intencionalmente los siguientes procesos científicos (Observación, clasificación, búsqueda de semejanzas y diferencias, búsqueda de relaciones causa efecto, predicción de fenómenos, contrastar hipótesis iniciales, comunicación y registro de resultados)
Temporal	Las actividades de ciencias se realizan en... (actividad libre o actividad planificada)
	¿Cuál es el tiempo aproximado que se le dedica (en promedio trimestral) a este tipo de actividades a la semana?
Relacional	Las actividades de ciencia se realizan principalmente...(grupo grande, grupo pequeño, parejas, individual)
	El acceso que tiene el alumnado a la actividad o espacio de ciencias es...? (libre sin registro, libre sin registro, mediante una orden, por rutina)
	La participación de los y las maestras en las actividades de ciencias es...(totalmente libre-totalmente supervisada)

Resultados

En esta comunicación mostramos los resultados obtenidos de un ensayo piloto con un total de 11 centros (sobre 110 solicitudes enviadas). Los resultados muestran ciertas tendencias que pasamos a detallar a continuación.

Dimensión física

Más del 50% de los encuestados no disponen de un espacio físico específico para trabajar las ciencias, a pesar de que todos utilizan metodologías de trabajo por espacios (ya sea ambientes, rincones o espacios de interés).

Dimensión funcional

Todos los encuestados indican que realizan actividades relacionadas con las ciencias experimentales, menos una, que indica que "todavía no, depende del proyecto". En cuanto a la intervención del maestro o maestra, hay una tendencia a que sean de juego libre, sin intervención didáctica, tal como se muestra en la Figura 2.

Por otro lado, cuando se pregunta sobre los procesos que se trabajan intencionalmente, a medida que aumenta la complejidad de los procesos a procesos más integrados (experimentación, contrastar hipótesis, registro de resultados) menos se dan. Sin embargo, todos declaran trabajar intencionalmente procesos más básicos como la observación y la clasificación (Figura 3).

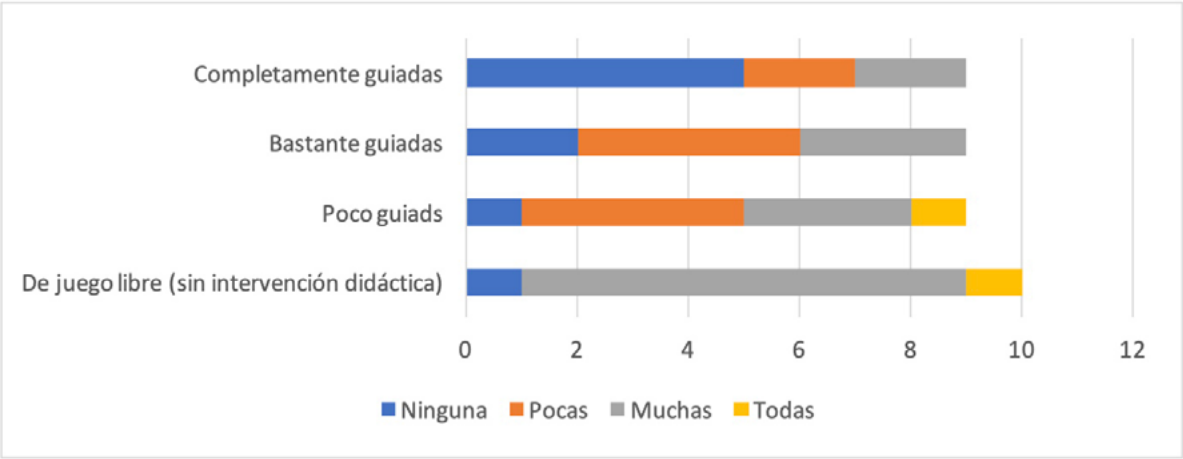


Figura 2. Número de respuestas ante *"Las actividades relacionadas con ciencia son…"*

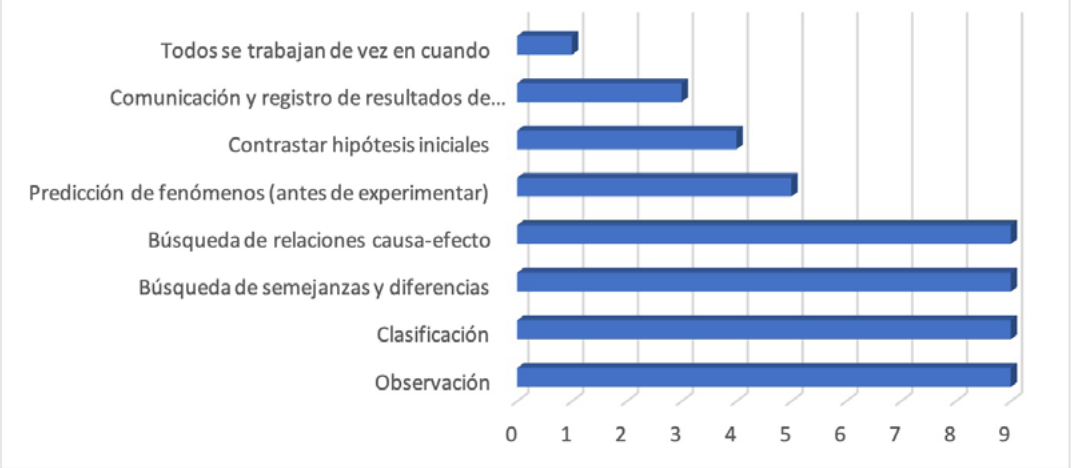


Figura 3. Respuestas a *"Se trabajan intencionalmente los siguientes procesos científicos"*

Del resto de dimensiones analizadas, no se han podido extraer resultados concluyentes por escaso número de respuestas.

Conclusiones del ensayo piloto

Un currículo globalizado, una tendencia cada vez mayor al trabajo por ambientes, rincones o proyectos, y un profesorado en activo con interés en su formación continua, parecen constituir un escenario muy apropiado para la enseñanza de las ciencias en EI. Sin embargo, como han mostrado los resultados de la encuesta la enseñanza de las ciencias es escasa en esta etapa y, además:

- Aunque dicen realizar actividades de ciencias, la mitad de los encuestados no dicen disponer de un espacio específico para trabajarlas. Esto resulta más significativo aún, si tenemos en cuenta que todos trabajan metodologías por espacios (ya sean de tipo rincón, ambientes, etc.)
- Muchas de las actividades de ciencia que se realizan indican que son de juego libre (sin intervención didáctica)

- Los procesos se trabajan de forma intencionada con menos frecuencia.

Líneas de actuación de cara a futuro

El análisis DAFO presenta algunas generalidades y es extenso. Se ha planteado partir de este análisis para después categorizar, realizando agrupaciones, y poder concretar mejor las acciones y estrategias a futuro, tanto cercano como a largo plazo.

En cuanto a las dificultades planteadas en este trabajo, tal y como se ha mostrado en la introducción, la comunicación entre el profesorado universitario y el profesorado en activo de EI es a día de hoy escasa. A pesar del llamamiento masivo para la realización de la encuesta, y de haber contado con la colaboración del alumnado en formación, la recogida de información de los centros está resultado compleja. Es por ello, que es imprescindible una mejora de los canales de comunicación que den a conocer el trabajo que se realiza en la universidad, así como en las escuelas, publicando a través de medios accesibles al profesorado y al alumnado. Cabe mencionar que la realización del cuestionario ha propiciado nuevas colaboraciones entre las investigadoras y alguno de los centros encuestados.

Aumentar la formación del alumnado del grado en la universidad, con un mayor número de horas dedicadas a la enseñanza de las ciencias, y con actividades que puedan llevarse al aula durante el periodo de prácticas, permitiría también en un futuro mejorar esas relaciones universidad-escuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantó Doménech, J., Pro Bueno, A., & Solbes Matarredona, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? : la visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de Las Ciencias : Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, *3*, 25–50.

Carbonell Uñó, A., & Ballester Rovira, M. (2016). La curiosidad debe continuar. *Cuadernos de Pedagogía*, *466*, 60–62.

Cruz-Guzman, M., Puig, M., & García-Carmona, A. (2020). ¿ Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de Educación Infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo ?, *1*, 27–45.

de Pro, A. (2013). Enseñar procedimientos : por qué y para qué. *Alambique Didàctica de Las Ciencias Experimentales*, *73*, 69–76.

Fernández, R., & Bravo, M. (2015). *Las ciencias de la naturaleza en la Educación Infantil* (Ediciones). Madrid, Spain: Grupo Anaya.

Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia* (1a ed comp). Buenos Aires: Santillana.

Gelman, R., Brenneman, K., Macdonald, G., & Román, M. (2010). *Preschool Pathways to Science*. Baltimore: Paul H. Brooks Publishing Co.

Iglesias Forneiro, M. L. (2008). Observación y evaluación del ambiente de aprendizaje en Educación Infantil: dimensiones y variables a considerar. *Revista Iberoamericana de Educación*, *47*. Recuperado de: https://rieoei.org/historico/documentos/rie47a03.htm

Jerner Martin, D., Jean-Sigur, R., & Schmidt, E. (2005). Process-Oriented Inquiry-A constructivist Approach to Early Childhood Science Education:Teaching Teachers To do Science. *Journal of Elementary Science Education*, *17*(2), 13–26.

Lemkow-Tovías, G., Brugarolas Criach, I., Cantons-Palmitjavila, J., Carballo-Márquez, A., & Mampel-Alandete, S. (2016). Pequeños científicos más allá de la escuela. *Cuadernos de Pedagogía*, *466*, 57–59.

López-luengo, M. A., Torrego-egido, L. M., & Vallés, C. (2018). ¿Cómo se forman los docentes de Educación Infantil en Didáctica de las Ciencias? *Campo Abierto*, *37*(1), 5–18.

CF.63 Tipos de argumentos utilizados por el alumnado al valorar proposiciones de la vida cotidiana y de contextos participados por la ciencia

Carolina Sepúlveda, Jordi Domènech, Anna Marbà

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. E-mail carouab@gmail.com

RESUMEN

Se han identificado tipos de argumentos que los alumnos y alumnas han utilizado al puntuar distintas proposiciones, según grado de certidumbre. Estas corresponden a situaciones de la vida cotidiana, lo que nos ha permitido normalizar la muestra de estudiantes, para luego valorar cómo responden puntuando contextos participados por la ciencia, según grado de certidumbre. El estudio se ha llevado a cabo con 32 estudiantes de 13-14 años de 3ero ESO. Los resultados han mostrado que los tipos de argumentos usados individualmente por alumnas y alumnos cambian al discutir en grupos y consensuar sus respuestas. Por otra parte, las valoraciones que ellos y ellas han otorgado al ordenar los contextos participados por la ciencia, según certidumbre, han arrojado una desviación estándar baja, por lo que sus respuestas, en cuanto a lo que se considera cierto o no, reflejan una baja dispersión.

Palabras Claves: argumentación; pseudociencias; contextos participados por la ciencia

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en nuestra vida cotidiana nos encontramos en todo momento con situaciones que nos conectan con la ciencia y la tecnología, independiente de la localidad y del tipo de actividad demandada por la sociedad. Ello ocurre, como consecuencia de la acumulación de conocimiento científico y el desarrollo de este conocimiento en diversos ámbitos (Muñoz y Valero, 2017). Sadler (2004) menciona que todos los aspectos de la ciencia surgen en una sociedad y son inseparables de ella. Por tal la razón, es que se ha considerado fundamental que las personas adquieran una serie de conocimientos científicos y tecnológicos (alfabetización científica) que les permitan desenvolverse en ésta, siendo una de las vías más importantes para alfabetizar y desarrollar competencias científicas, la educación científica (Domènech, 2014).

Uno de los objetivos de la educación científica es promover las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes para analizar diferentes tipos de información (Jiménez-Aleixandre, 2010, Osborne, 2014). Estas habilidades son fundamentales para ayudar a los estudiantes a reconocer distintos contextos participados por la ciencia, particularmente aquellos relacionadas con teorías o métodos que se presentan como científicos, aun cuando la ciencia no los valida, como por ejemplo las pseudociencias (Bunge, 1984), el caso de la homeopatía, Reiki, etc. Las investigaciones muestran que las creencias de prácticas no respaldadas por la comunidad científica se difunden entre los adolescentes (MINECO, 2016), especialmente las niñas, aunque el escepticismo aumenta durante ese período (Preece y Baxter, 2000). Los estudiantes tienden a usar factores contextuales, experiencias personales, hábitos, etc. como evidencia (Kolsto, 2006; Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005; Xiao & Sandoval, 2017). Por ello, es importante caracterizar y mejorar las habilidades de los estudiantes para reconocer qué elementos (como modelos científicos o datos, pero también elementos no epistémicos, como hábitos o argumentos de autoridad, etc.) se están utilizando como evidencia para validar un argumento.

Según Osborne, Erduran, Simon (2004) un argumento se refiere a los discursos que los estudiantes o un grupo de estudiantes producen cuando deben articular o justificar sus conclusiones o explicaciones, mientras que la argumentación alude al proceso de elaboración de esos discursos. Respecto de cómo enfrentar esta tarea, desde la Naturaleza de la Ciencia (NOS) se defiende la necesidad que el alumnado comprenda la creación del conocimiento científico, en tres aspectos (Lederman, 2007): en primer lugar tratar la ciencia como práctica o actividad discursiva, ya que de ella nacen modelos parciales que permiten predecir y explicar la realidad, en segundo lugar, que estas explicaciones no son la realidad, sino un constructo consensuado sobre ella basado en pruebas y, en tercer lugar el hecho que la ciencia no genera un conocimiento definitivo y absoluto, sino provisional y sujeto a niveles de certidumbre que se pueden analizar (Domènech, 2019). Es un trabajo complejo determinar qué tan cierta es una proposición, pero si se puede proponer que algo es razonablemente cierto, de acuerdo a qué espacios o ámbitos se hable y en base a qué fundamento damos certidumbre (Domènech, 2019).

En las últimas décadas han adquirido presencia y fuerza en la sociedad diversas formas de explicar el funcionamiento del mundo. Situaciones o contextos que nos ponen en conflicto con nuestros conocimientos y nos obligan como ciudadanos, a decidir y actuar en torno a estas situaciones, es decir, a posicionarnos. Estos contextos participados por la ciencia, como las tecnologías, controversias socio-científicas, controversias científicas y las tan conflictivas pseudociencias nos obligan a usar argumentos para justificar nuestras posiciones frente a éstos y la mayoría de las veces no es fácil, puesto que hay muchos casos en los que existe conflicto.

Este problema puede afrontarse desde la educación científica, por medio de desarrollar la argumentación, el pensamiento crítico y la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico. Por tanto, nuestro estudio se centra en identificar los tipos de argumentos que un grupo de estudiantes utiliza de forma individual y en grupo para ordenar proposiciones de la vida cotidiana en relación a su grado de certidumbre e identificar la valoración que los estudiantes otorgan a distintos contextos participados por la ciencia, según su grado de certidumbre. Por ello, nos hemos planteado indagar sobre ¿Qué tipos de argumentos utilizan los estudiantes individualmente al ordenar proposiciones de la vida cotidiana en relación a su grado de certidumbre?, ¿Qué

ocurre con los argumentos usados por los estudiantes cuando discuten en grupos sobre el orden de las proposiciones de la vida cotidiana en relación a su grado de certidumbre? Y sobre ¿Cómo valoran los estudiantes individualmente proposiciones referidas a distintos contextos participados por la ciencia?

Esta investigación es una pequeña parte de una tesis doctoral y presenta resultados preliminares de dos actividades desarrolladas con el grupo de estudio.

METODOLOGÍA

El estudio se ha desarrollado durante el período académico 2019 con dos grupos de estudiantes cada uno entre 14-15 años de 3 ero de la ESO (Grupo 1 (28) y Grupo 2 (30)), en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza en las materias de Biología y Geología. Se ha tratado al total de 58 alumnos como un solo grupo y las clases se han impartido por un mismo profesor. De la muestra total se han seleccionado 32 alumnos y alumnas (10 mujeres y 22 hombres), debido a su participación en clases.

Descripción de la secuencia didáctica

Se ha diseñado una secuencia didáctica en formato Dossier, de cual se han seleccionado 2 actividades. La actividad 1 **Escala de certidumbres** se ha estructurado en dos momentos (momento 1 individual y momento 2 grupal) y la actividad 2 **Posicionémonos sobre distintos contextos participados por la ciencia** que ha constituido una sola actividad en sí.

El objetivo de aprendizaje de estas dos actividades ha sido poner en contacto a los estudiantes con los tipos de argumentos que usan para dar certidumbre a las cosas. Que comprendan que algunas de éstas pueden ser más ciertas que otras y que cuando argumentamos o intentamos convencer de algo o llegar a un consenso, utilizamos ideas que dan fuerza a lo que decimos, es decir, que apoyan que lo que pensamos y decimos es cierto, tanto en contextos de la vida cotidiana como en contextos participados por la ciencia.

Actividad 1: escala de certidumbres

Esta actividad se ha estructurado en dos momentos. Un primer momento individual que ha invitado al alumnado a elaborar una escala de certidumbres (Domènech-Casal, 2019) y un segundo momento grupal en el que se han consensuado estas escalas. A continuación se detallan los momentos:

1.1 Momento 1 individual

En el primer momento de la actividad 1 se ha propuesto a los alumnos y alumnas 10 proposiciones de la vida cotidiana, como por ejemplo "*Subirá el precio del petróleo*" o *"Las aspirinas curan el dolor de cabeza"*. De forma individual los y las estudiantes han otorgado a cada proposición un valor de certidumbre de 1 a 10 (siendo 1 el valor de menor certidumbre y 10 el valor de mayor certidumbre). Seguidamente han argumentado el valor dado a cada una de las afirmaciones con el objetivo de justificar sus respuestas.

1.2 Momento 2 grupal

En el segundo momento se ha propuesto a los alumnos y alumnas compartir y consensuar sus valoraciones sobre la certidumbre de las diferentes proposiciones en grupos de 5. En esta instancia han discutido sus respuestas y llegado a un consenso sobre éstas. Este momento ha sido grabado en audio con el fin de recoger la discusión e identificar tipos de argumentos y su justificación.

2. Actividad 2: posicionémonos sobre distintos contextos participados por la ciencia

En la actividad 2 se ha propuesto a los estudiantes valorar 14 proposiciones referidas a distintos contextos participados por la ciencia. Del total de 32 alumnos y alumnas han participado 28. Estos 28 estudiantes han asistido a clases el día que se ha desarrollado la actividad, por ende hemos recogido sus datos.

Las proposiciones fueron agrupadas en distintos contextos como: pseudociencias, tecnologías, controversias socio-científicas y controversias científicas. Los alumnos puntuaron cada una de ellas con un valor de certeza del 1 al 10, siendo 1 el valor de certidumbre más bajo y 10 el valor de certidumbre más alto.

En la actividad 1 se han identificado distintos tipos de argumentos utilizados por los estudiantes. Estos argumentos están clasificados en 5 categorías: hábitos, probabilidades, modelo, creencias y autoridad, sintetizando propuestas de distintos autores (Kolsto, 2006; Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005; Xiao & Sandoval, 2017).

Tabla 1. Ejemplos de proposiciones y frases que indican un tipo de argumento utilizado por los estudiantes

CATEGORÍA	EJEMPLO DE PROPOSICIÓN	EJEMPLO FRASE ACTIVIDAD 1 MOMENTO INDIVIDUAL	EJEMPLO FRASE ACTIVIDAD 1 MOMENTO GRUPAL
Hábitos	Mañana saldrá el sol	Siempre sale el sol, todos los días.	Eso es algo que siempre ocurre, aunque esté nublado.
Creencias	Existe la vida extraterrestre	Yo creo que sí, no podemos ser los únicos aquí.	No, porque si existiera ya sabríamos en dónde la hay.
Modelo	Viviré para siempre	No, porque existe la muerte, tu cuerpo tiene una fecha límite.	No, porque las células mueren.
Probabilidades	Si tiro una moneda, saldrá cara	Puede ser, porque existe el 50% de probabilidades de que ocurra o no.	Hay un 50% de posibilidad de que si o que no.
Autoridad	Las aspirinas curan el dolor de cabeza	Si, porque las farmacéuticas la venden.	En verdad no, porque a mi mamá nunca le ha funcionado.

Resultados

Para responder a la pregunta 1 que hace referencia a ¿Qué tipos de argumentos utilizan los estudiantes individualmente al ordenar proposiciones de la vida cotidiana en relación a su grado de certidumbre? se han seleccionado las respuestas del momento 1 individual de la actividad 1 **Escala de certidumbres**. Se ha calculado la frecuencia absoluta de los argumentos usados al valorar cada proposición y en su totalidad, así como su porcentaje (frecuencia relativa).

Los estudiantes han valorado las 10 proposiciones y han utilizado con mayor frecuencia para justificar su valoración argumentos de tipo hábitos, modelo y creencias. Este dato se ha representado con la moda. Sin embargo, los estudiantes para justificar la valoración de la proposición 3 han utilizado en mayor porcentaje el argumento de probabilidad. Ver figura 1.

Del total de los argumentos (339) el que mayor frecuencia presenta es el argumento de hábito con un valor de 96.

Argumentos	Proposiciones																				Total, de argumentos usados de forma individual
Tipos de argumentos	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8		P9		P10		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F
Hábitos	5	9,80	26	86,66	0	0	12	38,71	16	51,61	1	2	4	13,79	29	93,55	3	9,38	0	0	96
Probabilidades	3	5,88	2	6,66	23	79,31	5	16,13	2	6,45	18	36,73	0	0	0	0	6	18,75	0	0	59
Modelo	20	39,21	1	3,33	1	3,45	5	16,13	8	25,80	18	36,73	13	44,83	0	0	3	9,38	10	38,46	79
Creencias	20	39,21	0	0	5	17,24	3	9,68	0	0	12	24,45	12	41,38	1	3,22	19	59,38	10	38,46	82
Autoridad	3	5,88	1	3,33	0	0	6	19,35	5	16,13	0	0	0	0	1	3,22	1	3,12	6	23,07	23
Total, por proposición	51	100	30	100	29	100	31	100	31	100	49	100	29	100	31	100	32	100	26	100	339
= MODA																					

Figura 1. Momento individual de la actividad 1. Frecuencia del uso de los argumentos por cada proposición y en su totalidad (frecuencia absoluta), porcentaje de utilización (frecuencia relativa) y moda

Para responder a la pregunta 2 que hace referencia ¿Qué ocurre con los argumentos usados por los estudiantes cuando discuten en grupos sobre el orden de las proposiciones de la vida cotidiana en relación a su grado de certidumbre? se han seleccionado las respuestas del momento 2 grupal de la actividad 1 **Escala de certidumbres**. Se ha calculado su frecuencia absoluta y relativa (%) y comparado con las frecuencias obtenidas del momento 1 individual de la actividad 1. Ver tabla 2.

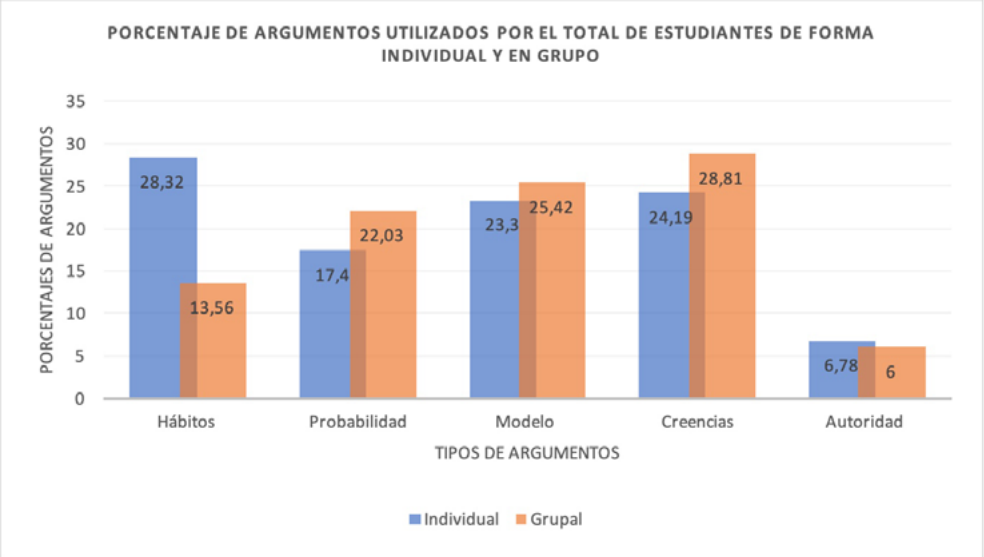
Tabla 2. Tipos de argumentos más utilizados por el total de estudiantes en la actividad 1 (momento 1 individual y momento 2 grupal)

ARGUMENTOS	TOTAL, DE ARGUMENTOS USADOS DE FORMA INDIVIDUAL		TOTAL, DE ARGUMENTOS USADOS DE FORMA GRUPAL	
Tipos de argumentos	F	%	F	%
Hábitos	96	28,32	8	13,56
Probabilidades	59	17,40	13	22,03
Modelo	79	23,30	15	25,42
Creencias	82	24,19	17	28,81
Autoridad	23	6,78	6	10,17
Total de argumentos	**339**	**100**	**59**	**100**
= Moda				

Los estudiantes han utilizado mayor cantidad de argumentos de tipo creencias y modelo al discutir en grupos. Sin embargo, al calcular los porcentajes de uso de los diferentes argumentos, tanto de forma individual como grupal, se ha observado un cambio. Ver gráfico 1.

El gráfico 1 muestra el cambio al usar argumentos individuales y argumentos grupales. Los argumentos de hábitos utilizados con mayor frecuencia de forma individual bajan su frecuencia en trabajo grupal. Los argumentos de modelo y creencias pasan a tener un rol protagónico en este momento.

Gráfico 1. Porcentaje de argumentos más utilizados por el total de estudiantes en la actividad 1 (momento 1 individual y momento 2 grupal)



Para responder a la pregunta 3 que hace referencia a ¿Cómo valoran los estudiantes individualmente proposiciones referidas a distintos contextos participados por la ciencia? Se han seleccionado las respuestas de la actividad 2 **Posicionémonos sobre distintos contextos participados por la ciencia.** Estas respuestas son las puntuaciones o valoraciones en número que los estudiantes han otorgado al grupo de 14 proposiciones. La tabla 3 indica cómo están agrupadas las proposiciones en sus distintos contextos, el promedio de puntuación que dieron los estudiantes (1 a 10) y la desviación estándar de cada una de ellas.

Tabla 3. Puntuación de los contextos participados por la ciencia según su grado de certidumbre, media y desviación estándar

PROPOSICIONES DE CONTEXTOS PARTICIPADOS POR LA CIENCIA		MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Pseudociencias	P1. La acupuntura funciona	6	2
	P2. Los productos homeopáticos funcionan	6	2
	P4. Los curanderos pueden curar enfermedades	6	2
	P5. Hay números y objetos que dan suerte	5	3
	P6. Existen los fantasmas y fenómenos paranormales	5	3
	P7. Los horóscopos predicen lo que pasará	4	3
	P12. Algunos minerales emiten vibraciones que pueden curar	5	2,4
	P13. Hay personas que pueden curar con energía que emiten con las manos	4	2,7

PROPOSICIONES DE CONTEXTOS PARTICIPADOS POR LA CIENCIA		MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Tecnologías	P8. La telefonía móvil es segura para salud	5	2
	P9. La inteligencia artificial es segura	6	1
Controversias socio-científicas	P10. Los transgénicos son seguros	5	2
	P11. La energía nuclear es segura	3	2
Controversias científicas	P3. Las vacunas funcionan	9	2
	P14. Las plantas medicinales funcionan	7,8	1,7

Discusión y conclusiones

Los resultados que presentamos son preliminares. Además, pertenecen a una pequeña parte del trabajo de una tesis doctoral. Sin embargo, destacamos varios aspectos de interés que nos han llamado la atención: 1) al normalizar la muestra de estudiantes nos damos cuenta que el alumnado funciona como todos los estudiantes al argumentar sobre proposiciones que son cotidianas. Han utilizado mayor cantidad de argumentos de hábitos, creencias y modelo. Se corrobora que al pedir a los alumnos la opinión sobre algo cotidiano no han utilizado argumentos científicos, como ya se encuentra descrito en la bibliografía (Kolsto, 2001; Sadler, 2004). 2) Cuando los estudiantes debaten sus opiniones en grupo han utilizado menor cantidad de argumentos de hábitos, pasando a usar más argumentos de modelo y creencias, ya que han tratado de convencerse unos a otros. 3) Intuimos que el trabajo grupal ejerce alguna influencia sobre las opiniones individuales de los estudiantes. Al parecer el "grupo" actúa como una entidad que aprueba o valida argumentos. Esto se representa con el cambio que hemos observado en el uso de sus argumentos. Los estudiantes no pueden convencer a otros con sus argumentos cotidianos, por lo que emplean otros argumentos cuando se encuentran discutiendo en grupo. De la misma forma ocurre en la ciencia, la comunidad da fuerza al rigor científico y eso no impide el uso individual de argumentos, ni necesariamente lo modifica. 4) los estudiantes al valorar las proposiciones referidas a contextos participados por la ciencia tienden, en general, a mostrar medias parecidas en el grupo, aun cuando se aprecian pequeñas diferencias en los contextos de controversias científicas donde la media de puntuación es más alta (mayor certidumbre) que en los otros contextos (controversias socio-científicas, tecnologías y pseudociencias). 5) la desviación estándar calculada para la valoración que los estudiantes han otorgado a los contextos participados por la ciencia es baja. Esto nos aporta bastante información sobre la tendencia que tiene el grupo, muy cerca de su media, para valorar las proposiciones en relación al grado de certidumbre.

Concluimos que existen inconsistencias en el uso de argumentos cuando los estudiantes valoran proposiciones cotidianas de forma individual y grupal. Al argumentar individualmente emplean argumentos de cotidianidad, hábitos, mitos y creencias, pero al discutir sus opiniones en grupos se valen de otros argumentos que creemos les permiten convencer al otro. Pensamos que en esta etapa no utilizan sus hábitos, ya que éstos responden a la cotidianeidad de cada alumno y por ende no son reconocidos, entendidos, ni compartidos de la misma forma por el grupo. Por esta razón, nuestros resultados sugieren que la dinámica grupal propicia que el alumnado formule otros tipos de argumentos, como lo son los modelos y creencias. Es en esta instancia donde se obtiene el consenso de las respuestas, los estudiantes buscan dar fuerza a sus opiniones con argumentos que sean aceptados en el grupo, ya sea porque son comprobables o tienen mayor credibilidad frente a todos los individuos.

Respecto de la valoración de las proposiciones sobre contextos participados por la ciencia creemos que el grupo nos puede aportar más información referida a identificar de cada alumno en cuanto a cómo valora cada proposición y su contexto. De acuerdo con esto, en nuestros próximos pasos apuntamos a: a) definir una

muestra más amplia y parámetros estadísticos para profundizar nuestro análisis. b) identificar los perfiles de estudiantes en cuanto a la valoración de contextos participados por la ciencia. c) buscar tipos de argumentos que justifiquen la valoración.

En lo que se refiere a orientaciones para los docentes es interesante: 1) observar el rol que ejerce el grupo sobre las opiniones individuales de los estudiantes, es decir, si existe un efecto de "presión de grupo" que determine el empleo de uno u otro tipo de argumento y 2) enseñar al alumnado a reconocer y entender, de forma significativa, los tipos de argumentos que utilizan para dar su opinión, según la naturaleza de cada argumento.

FUNDING

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399); Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo / Programa Formación Capital Humano y Avanzado / Beca Doctorado en el Extranjero 72190673.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bunge, M. (1984). What is pseudoscience? The Skeptical Inquirer 9, 36-46.

Domènech, A. (2014). *El uso de las controversias socio-científicas para promover la competencia científica en la educación secundaria: el caso de la medicalización y el TDA-H*. (Tesis doctoral). Recuperat https://www.tdx.cat/browse?value=Dom%C3%A8nech+Calvet%2C+Ana+M%C2%AA&type=author

Domènech-Casal, J. (2019. Escalas de certidumbre y balanzas de argumentos. Una experiencia de construcción de marcos epistemológicos para el trabajo con Pseudociencias. *Revista Ápice de Educación Científica, 3 (2), 37-53.*

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010) 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.

Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students'argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. International Journal of Science Education, 28(14), 1689–1716.

Lederman, N.G. (2007) Nature of science: past, present, and future. En: Abell S. K., Lederman N. G. (Eds.), Handbook of research on science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

MINECO (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) (2016). VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia. [https://t.co/KrH1UmNwLZ]

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? School Science Review 352, 53-62.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Ideas, evidence and argument in science (IDEAS) project.

Preece, P. F. W. & Baxter, J. H. (2000) Scepticism and gullibility: The superstitious and pseudoscientific beliefs of secondary school students. International Journal of Science Education 22, 1147-1156

Sadler, T. D. & Zeidler, D. (2005) The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. Science Education 89(1), 71-93.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. Journal of Research in Science Teaching, 41(5), 513–536. https://doi.org/10.1002/tea.20009

Valero-Matas, J., Ciencias, C. S.-A. R. de, & 2017, undefined. (n.d.). Las pseudociencias como problema social en

la era tecnocientífica. Un recorrido por la ciencia y sus enemigos dentro y fuera. Redalyc.Org. Retrieved from https://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/4959/495955634001/7

Xiao, S. & Sandoval, W. A. (2017). Associations Between Attitudes Towards Science and Children's Evaluation o Information About Socioscientific Issues. Science & Education_ 26 (3-4):247-269.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons M. L. & Howes, E. V. (2005) Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. Science Education 89(3), 357–377.

CF.64 Mapeando la asociación de conceptos del profesorado en formación inicial. Resultados preliminares y futuras líneas de trabajo

Quesada, A.[1], Romero-Ariza, M.[1], Abril, A.M.,[1] Rodríguez, P.G.[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales Experimentales. Universidad de Córdoba. antquesa@ujaen.es

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es analizar, a través de una aproximación modificada de la prueba de asociación de ideas (en su formulación anglosajona WAT, *Word asociación test*), cual es el dominio conceptual del profesorado en formación inicial relacionado con algunos de los conceptos clave para el desarrollo de las grandes ideas científicas en educación primaria. En este estudio se presentan algunos resultados preliminares, con carácter exploratorio, que ponen de manifiesto la presencia de patrones o ideas recurrentes en el profesorado en formación inicial. En el apartado de conclusiones y futuras líneas de trabajo se realizan algunas consideraciones en relación con la ampliación del estudio y sus posibles implicaciones para el diseño de propuestas formativas adaptadas a las necesidades de formación inicial del profesorado.

Palabras clave: formación inicial, test de asociación de ideas, enseñanza de las ciencias, educación primaria

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se estructura entorno a dos ejes principales relacionados con la formación inicial del profesorado y el conocimiento disciplinar y didáctico disciplinar mismo. Tal y como sugieren diversos autores la formación inicial de los maestros/as de educación primaria exige aproximaciones variadas ya que se requiere una formación integral y al mismo tiempo equilibrada en conocimiento conceptual, procedimental, epistemológico y actitudinal en ciencias. Restringir la formación inicial al dominio estrictamente conceptual nos aleja de las visiones informadas, recientes y tendencias formativas de la educación científica. García-Barros (2016), cuestiona el tiempo que se dedica exclusivamente a recordar contenidos científicos en la formación de maestros, esperando que ese conocimiento se relacione fácilmente con capacidades didácticas (p 42). Tal y como indica Romero-Ariza (2017) el dominio conceptual no debería desvincularse de los propios mecanismos utilizados por la ciencia para generar dicho conocimiento (conocimiento procesual), ni de aquellos que utiliza para fundamentarlo y validarlo (conocimiento epistemológico). Sin embargo, es bien conocido que la dimensión de conocimiento disciplinar en la formación inicial del profesorado ha sido objeto de numerosas investigaciones poniéndose de manifiesto algunas carencias y compartiendo la idea de que existen oportunidades de mejora en este sentido. Se ha puesto de manifiesto, no en pocas ocasiones que el conocimiento relacionado con el contenido científico es considerado, aunque no es el único, como uno de los factores limitantes esgrimido por el profesorado de educación primaria ya que, en el complejo sistema de creencias, las creencias de autoeficacia (para la enseñanza de las ciencias) y el propio conocimiento disciplinar están intimarte vinculados (Menon y Sadler, 2016 y citados).

Este trabajo se presenta como un proyecto de investigación emergente que parte de nuestra inquietud generada por las observaciones iniciales realizadas sobre algunos de los productos solicitados en nuestras clases de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza en la formación inicial de profesorado en el Grado de Educación Primaria. Originalmente, e integrada como una actividad introductoria en los bloques de contendido didáctico/disciplinares, se solicitaba a los estudiantes (maestros/as en formación) un listado de conceptos y un mapa conceptual guiados por las siguientes preguntas: *¿qué se como maestro (de educación primaria relacionado con la enseñanza de …?* y ¿qué debo saber como maestro de educación primaria para la enseñanza de …? para responder a la pregunta se proponía la siguiente actividad *¿Qué conceptos clave crees que necesitas conocer para afrontar adecuadamente la enseñanza aprendizaje* de…?. R*ealiza un mapa conceptual con la mayor cantidad de conceptos que has indicado en la actividad anterior*.

Los resultados de estas actividades ponían de manifiesto la facilidad para generar un listado de conceptos (no siempre acertado o científicamente correcto en su totalidad) pero la dificultad para integrar dichos conceptos en mapas conceptuales coherentes (en la mayoría de los casos por ausencia del "nexo"). Estamos convencidos que el bagaje inicial del profesorado relacionado con el dominio conceptual, aunque no se presenta como el único factor determinante, vincula en gran medida el aprovechamiento y la efectividad de cualquier propuesta didáctica diseñada para su formación. Es por ello que como objetivo principal de este trabajo nos proponemos indagar en la estructura cognitiva de conceptos a través de una modificación de la prueba de asociación de ideas (WAT en su denominación anglosajona). La prueba de asociación de ideas (*word assosiation test*) es una técnica de recopilación de datos que nos permite, a través de los análisis adecuados, investigar el dominio conceptual de un individuo o grupo de individuos en relación con un determinado tópico (Daskolioa, Flogatis y Papageorgio, 2006 y allí citados-, Akman y Koçoğlu, 2016 y citados). Existen diversas modalidades y en su forma más extendida y reconocida consta de una serie de palabras, denominadas palabras estímulo que son presentadas oralmente o por escrito al participante debiendo este responde con la primera idea que le sea evocada. Es por ello que uno de los factores a tener en cuenta es el tiempo de respuesta que se deja a los participantes. Posteriormente, a través de diversos tipos de análisis (sobre el propio contenido explicito o la demarcación de categorías explicitas o inferidas) es posible inferir aspectos relacionados con el significado, la asociación de ideas, estructuras conceptuales y uso del propio lenguaje (citado en Desakolia et al., 2006). Estos mismos

autores ofrecen algunas referencias de investigación en donde se ejemplifica la utilización del WAT aplicado en contextos de educación científica. Generalmente los estudios en los que se utiliza la aproximación del WAT se triangulan con otras metodologías de recopilación de información y análisis, como análisis de productos informes entrevistas estructuradas o semiestructuradas. Esta triangulación permite obtener información adicional y complementaria, así como sustentar algunas de las inferencias que el investigador realiza sobre la red de conceptos. Derman y Eilks (2016) presentan un estudio en el que se analizaron e identificaron las estructuras cognitivas de los estudiantes sobre los conceptos de solución y disolución. Estos autores usando métodos mixtos dentro de un diseño descriptivo no experimental y un método de mapeo de frecuencias analizan el contenido en términos de conceptos erróneos, falta de comprensión y comprensión vaga. Hacioglu, Yamak y Kavak (2016) utilizaron la prueba de asociación de palabras (WAT), con conceptos de educación científica, tecnología, ingeniería, matemáticas y ciencias (STEM) junto a entrevistas semiestructuradas en una muestra de maestros en formación inicial, para mapear sus relaciones interconceptuales en este dominio (STEM).

METODOLOGÍA

En el trabajo que aquí se presenta, considerado como piloto durante este curso académico, utilizamos una modificación del WAT como herramienta de recopilación de los datos. El primer paso de la investigación consistió en generar el listado de los conceptos "estímulo", es decir aquellos que se ofrecen al estudiante para que explicite sus ideas relacionadas. Para ello se procedió a preguntar a expertos docentes e investigadores en Didáctica de las Ciencias involucrados/as en el módulo didáctico disciplinar especifico de Didáctica de las de las Ciencias del Grado de Educación Primaria sobre los conceptos o ideas clave asociados a diversos temas del programa de la asignatura. Los principales temas didáctico-disciplinares en la asignatura en la que se contextualiza este estudio, en la formación inicial, están relacionados con las grandes ideas científicas asociadas a materia, fuerza y energía (Harlen 2010). De esta forma a cada experto/a se le solicitó una lista de conceptos clave en cada uno de esos dominios, con la única premisa de que estos formaran parte explícita o implícita de su temario, al ser considerados conceptos estructurantes relevantes para la formación inicial del profesorado, bien por su carácter estructurante para el conocimiento disciplinar o bien por considerarse relevantes e imprescindibles para abordar adecuadamente determinadas propuestas de transposición didáctica alineadas con el conocimiento didáctico del contendido dentro del propio programa de su asignatura. En este punto consideramos oportuno matizar los siguientes: al tratarse de un estudio inicial piloto no se ha cuestionado la justificación de la elección de estos contenidos por parte de los expertos o expertas. Cada docente propuso su lista de conceptos estímulo de una forma independiente. El listado final de conceptos estímulo surge del mayor índice de recurrencia. En la tabla 1 se muestran los conceptos que se han utilizado como palabras estímulo en cada uno de las grandes temáticas.

MUESTRA

En este estudio participaron un total de 114 estudiantes (46% mujeres) de cuarto curso del Grado de Educación Primaria, distribuidos en dos grupos que cursaban la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza II en la Universidad de Jaén. El número de individuos que ha participado en la experiencia fluctuó, dependiendo del grupo de la asignatura y momento en el que se ha recogido la información (entre 42 individuos para el bloque de "energía" y 114 para el bloque de "fuerza"). Los análisis preliminares realizados sobre las respuestas de algunos conceptos "estímulo" parecen indicar que no existen diferencias por lo que en este trabajo se han considerado un único grupo.

PROCEDIMIENTO

Se solicitó a los participantes, en distintos momentos del curso, en función del bloque de contenidos tratado en ese momento y siempre antes de comenzar el mismo para evitar respuestas inducidas, que respondiera a la tarea de asociación de conceptos. En este caso y siguiendo la literatura especializada se dejó un tiempo de 30 segundos para la respuesta, que debían plasmar por escrito. En esta primera aproximación solo se les pedía que indicaran un concepto o idea asociada a la palabra "estímulo" (en el WAT original, tal y como se ha indicado anteriormente, se suele solicitar 10 por cada palabra estímulo). Una vez recopilados los datos se procedió a la transcripción de los mismos teniendo en cuenta la identificación de datos perdidos por ausencia aproximadamente el 4,5 % número que puede considerarse bajo teniendo en cuenta que se ha determinado sobre el total de conceptos posibles en una matriz de Nindividuos x Mconceptos . Aunque se indicaba en las instrucciones la necesidad de escribir solo una idea asociada, un 6,5 % de los casos aparecían múltiples respuestas, como, por ejemplo: líquido/sólido, homogénea/heterogénea, molécula/partícula; etc. En estos casos no se ha considerado dato perdido, seleccionándose el primer concepto que aparece en su lista. En aquellos casos en los que se ofrecen comentarios, explicaciones o descripciones o términos compuestos descriptivos como "pequeña partícula" o "espacio que ocupa un cuerpo" se ha adoptado, siempre que ha sido posible, la idea asociada siempre y cuando esta apareciera previamente como palabra recurrente en el listado de mayores frecuencias. Otro aspecto en la reducción de datos ha sido convertir los plurales a singulares (moléculas/molécula) si estos últimos aparecían en el listado. Una vez transcritos, transformados y refinados los datos obtenidos se procedió a realizar un análisis de frecuencias con la finalidad de mapear el dominio conceptual de los estudiantes (maestros/as en formación inicial).

Resultados preliminares

Debido a la utilización de una variante del WAT (se pide solo una idea o concepto) no se puede realizar, a priori, el mismo tipo de análisis tal y como se muestra, por ejemplo, en estudios previos relacionados "punto de corte" (*cut-off point)* o el "coeficiente de relación" (*relateness coeficient*) (Bahar, Johnstone, y Sutcliffe 1999, citados en Bilici, 2016). El análisis exhaustivo de los resultados escapa a la extensión y pretensión de este trabajo y se indica cómo podría procederse en el apartado de conclusiones y futuras líneas de trabajo. A continuación, se muestran algunos de los resultados preliminares descriptivos teniendo en cuenta la definición *ad hoc* de nuestro propio punto de corte para las mayores frecuencias tanto por dimensión (fuerza, materia y energía, tabla 1) como por concepto estímulo (tablas 2 y 3).

Tabla 1. Respuestas del profesorado en formación inicial al WAT modificado relacionado con materia, fuerzas y energía

ESTÍMULOS	RESPUESTAS (POR FRECUENCIA)	NUBE DE PALABRAS
Tema: materia	Punto de corte para n>20	
átomo, densidad, disolución, gas, líquido, sólido, masa, materia, mezcla, molécula, peso, propiedad, sustancia, material, cambio, volumen	estado (87), masa (66), peso (53), agua (52), característica (47), átomo (46), espacio (44), líquido (43), molécula (40), materia (30), mezcla (30), cuerpo (29), volumen (29), kg (29), composición (25), aire (21)	

ESTÍMULOS	RESPUESTAS (POR FRECUENCIA)	NUBE DE PALABRAS
Tema: fuerzas y movimientos	Punto de corte para n>20	
fuerza, movimiento, aceleración, presión, energía, velocidad, reacción, acción, contacto, deformación, cambio, elástico, peso, empuje, flotación	fuerza (129), movimiento (78), velocidad (70), reacción (52), acción (48), masa (47), gravedad (41), rapidez (34), agua (31), desplazamiento (31), flexible (42), kg (27), espacio (35), cambio (34), km (23)	
Tema: energía	Punto de corte para n>10	
energía, convención, radiación, conductor, temperatura, renovable, aislante, calor trabajo, degradación, potencia, transformación, energía química, energía eléctrica, energía térmica, energía mecánica.	calor (43), cambio (34), electricidad (14), energía (46), fuerza (25), grados (21), luz (17), material (11), movimiento (18), temperatura (28), transmisión (17)	

Un aspecto interesante para analizar dentro de cada dimensión es la "densidad" de palabras/conceptos o ideas, o lo que es lo mismo la diversidad que aparece asociada a determinado estímulos dentro de cada uno de los dominios analizados. Así por ejemplo dentro del dominio "materia" para la palabra estímulo "material" han encontrado hasta 46 conceptos diferentes (en 106 individuos) o también como ejemplo, dentro del dominio "fuerza" 26 para el concepto estímulo "elástico" (para 104 individuos). Obviamente estos resultados pueden analizarse desde una perspectiva mucho detallada, por ejemplo, teniendo en cuenta si las ideas emergentes hacen referencia a asociaciones directas de unos conceptos con otros, ejemplificaciones o si estas asociaciones son científicamente correctas, ingenuas, inadecuadas o inexistentes (aunque como hemos visto anteriormente en este caso el porcentaje es muy bajo)

El análisis de las tablas de frecuencia para los conceptos recurrentes dentro de cada palabra estímulo en cada dimensión se muestra en las tablas 2 y 3. Algunos resultados que podemos mencionar están relacionados con aquellas palabras o conceptos que aparecen de forma cruzada en la misma temática Por ejemplo, para las palabras "líquido", "sólido" y "gas" el concepto "estado" aparece con determinada frecuencia de una forma recurrente en los tres palabras estímulo, aunque solo 7 personas recurren a "estado" para los tres estímulos (figura 1b). En nuestra frecuencia de corte, para gas, líquido y sólido como palabras estímulo aparecen aire, agua y hielo respectivamente. Esto es bastante llamativo pues pone de manifiesto la asociación de los estados de agregación y ejemplos cotidianos de los mismos.

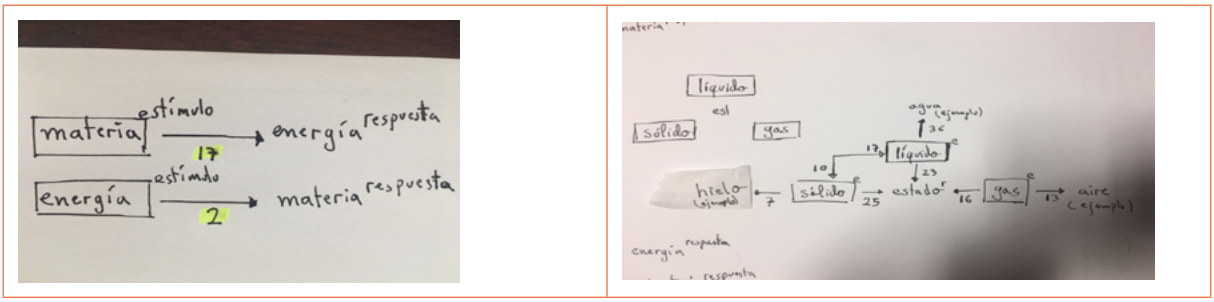


Figura 1. a.) Asociación materia/energía (estímulo-respuesta); b.) Asociación líquido/sólido/gas (estímulo), estado (respuesta) y ejemplos (respuesta)

Se ponen de manifiesto y emergen asociaciones del tipo "materia" (estímulo) y "energía" (respuesta), n=17 en el WAT de materia, pero no aparecen las mismas frecuencias cuando partimos del concepto "energía" como estímulo (figura 1a). Otro ejemplo destacable lo encontramos en las palabras estímulo "átomo" y "molécula". En este caso 25 individuos muestran asociación "cruzada" de estos conceptos, es decir para átomo responde molécula y viceversa. Estos son solo algunos resultados extraídos de los datos, que sin lugar a dudas ofrecen un amplio campo apara un análisis más exhaustivo.

En este punto, sin embargo, debemos comentar que no podemos inferir como el estudiante realiza la asociación de estas ideas. Por ejemplo, para el caso de "masa" y "peso" (estímulos) (X respuestas cruzadas) podría deducirse que existe una idea preconcebida errónea al confundir masa y peso o bien que determinados individuos conocen la relación entre ambos conceptos. En este caso en concreto podemos mencionar además que "peso" no evoca respuestas mayoritarias asociadas al concepto "fuerza (menos del 6%).

Otros resultados que podríamos comentar hacen referencia, por ejemplo, al término "contacto" (estímulo) arrojando como respuestas explicitas fricción o rozamiento (pero muy pocos casos, 5) frente al termino respuesta "tocar" que aparece con más del 16%. Obviamente, en este caso el individuo no se ha contextualizado al dominio de estudio.

Es curioso como el propicio concepto "cambio" genera diferentes dispersiones en las respuestas, así cuando se contextualiza a "materia" aparecen dos ideas asociadas recurrentes como son "transformación" y "estado" pero sin embargo al ubicarlo en el dominio "fuerzas" solo aparece "transformación". Dentro de la agrupación con ejemplificaciones en el término "propiedad" aparecen flexibilidad, densidad, dúctil, plástico, que son todas ellas propiedades de la materia y por lo tanto una categoría deducida que puede ser utilizada en futuros análisis. Estos son solo algunos ejemplos que podemos obtener de la asociación de ideas.

Tabla 2. Conceptos de mayor frecuencia en respuesta para cada uno de los conceptos estímulo dentro del bloque de contenidos "Materia"

CONCEPTO ESTÍMULO	RESPUESTAS (ROJO:>6<10%, VERDE: >10<16%; VIOLETA>16%)		
átomo	molécula	partícula	-
densidad	masa	peso	volumen
disolución	líquido	mezcla	agua
gas	estado	aire	butano

líquido	agua	estado	sólido
sólido	estado	líquido	hielo
masa	peso	volumen	cuerpo
materia	energía	prima	orgánica
mezcla	disolución	homogénea	-
molécula	átomo	partícula	-
peso	kilogramo	masa	fuerza
propiedad	característica	-	-
sustancia	materia	-	-
material	composición	-	-
cambio	transformación	estado	-
volumen	espacio	masa	

Tabla 3. Conceptos de mayor frecuencia en respuesta para cada uno de los conceptos estímulo dentro del bloque de contenidos "Fuerzas y movimientos"

CONCEPTO ESTÍMULO	RESPUESTAS (ROJO:>6<10%, VERDE: >10<16%; VIOLETA>16%)		
fuerza	movimiento	newton	gravedad
movimiento	desplazamiento	velocidad	energía
aceleración	velocidad	rapidez	-
presión	fuerza	atmosférica	-
energía	solar	cinética	-
velocidad	movimiento	rapidez	-
reacción	acción	química	-
acción	reacción	movimiento	-
contacto	tocar	rozamiento	-
deformación	fuerza	partícula	-
cambio	transformación	-	-
elástico	característica	-	-
peso	kilogramo	masa	-
empuje	fuerza	-	-
flotación	agua	gravedad	-

Los términos que hemos definido como "residuales" (frecuencias muy bajas) ofrecen información relevante sobre la propia asociación de ideas ya que por ejemplo ponen de manifiesto la aparición de categorías emergentes, que pueden ser utilizadas posteriormente para análisis más sofisticados.

De esta forma por ejemplo podrimos mencionar que aparecen palabras o conceptos relacionados con ideas que pueden servir como ejemplos concretos, más o menos cotidianos, del concepto estímulo; es decir el es-

tudiante (futuro docente) indica como idea evocada un caso particular que en educación primaria podría utilizarse para ejemplificar: líquido: "agua"; disolución: "café", "té", gas: "oxígeno", etc. Es importante resaltar que en algunos casos no solo los minoritarios se engloban en esta categoría (ejemplo gas: "butano"). También, a través de determinados términos (ya sean los "residuales" o de mayor frecuencia) pueden definirse perfiles asociados a ideas inadecuadas, incompletas, erróneas, etc… (por ejemplo: "átomo": célula).

Como se ha comentado anteriormente el análisis no permite, a través de estos datos realizar inferencias por conceptos aislados ya que el instrumento en si mismo solo recoge asociaciones, pero no los argumentos ni explicaciones vinculadas. Sin embargo, como se ha podido observar se obtiene una riqueza descriptiva bastante representativa de nuestra muestra, con importantes implicaciones didácticas.

Conclusiones, líneas de trabajo y recomendaciones

La utilización del WAT en cualquiera de sus modalidades, no solo como herramienta de exploración inicial sino embebida en un diseño pre-test pos-test, nos permitía identificar el impacto de nuestras propuestas formativas en el ámbito conceptual de los profesores de ciencias en formación inicial. Tal y como se recomienda en la bibliografía especializada este tipo de investigaciones deberían complementarse o enriquecerse con el uso de otros métodos de recogida de datos y análisis ya sean cuantitativos o cualitativos. Aunque la transcripción y preparación previa de los datos para su análisis es una tarea que requiere bastante tiempo los beneficios que aporta el análisis desde esta perspectiva (WAT) compensan su utilización ya que nos permite mapear detalladamente parte del dominio conceptual y el bagaje científico de nuestros estudiantes. El mapeado partiendo de la asociación de ideas a través de conceptos "estímulo" nos ofrece un recurso muy útil al docente no solo para explorar el conocimiento de los estudiantes de ciencias, sino también a los formadores implicados en los cursos de maestros/as en formación, ya que a partir de los resultados obtenidos podemos adoptar, adaptar, diseñar y refinar nuestra propuestas didáctico disciplinares orientadas a la formación inicial, partiendo de las estructuras y asociaciones que se ponen de manifiesto en el aula con el objeto de detectar fortalezas y debilidades en las estructuras conceptuales y poder focalizar y "personalizar" en argumentación, modelización o aprendizaje guiado partiendo de las peculiaridades del mapeado conceptual detectado.

En este trabajo hemos presentado los resultados preliminares analizándolos desde una perspectiva simplificada pero no por ello, como se ha puesto de manifiesto, menos útil. Los datos obtenidos nos permitirán aventurarnos en análisis más sofisticados, tales como podrían ser el propio análisis de redes conceptuales (Bilici, 2016; Atabek-Yigit, Yilmazar y Cetin, 2016; Yildirir y Demirkoil , 2018), utilización de análisis de clúster a través de la transformación adecuada de los conceptos (variables nominales) en categorías para utilizar la técnica del "punto de corte" y "coeficientes de relación" (citados en Bilici, 2016). El estudio puede ampliarse teniendo en cuenta no solo aspectos relacionados con estructuras del dominio conceptual de ciencias sino, enmarcado dentro de la formación inicial del profesorado, también con ideas "estímulo" que pongan de manifiesto el ámbito de conocimiento didáctico (*PCK*, *pedagogical content knowledge*). En este sentido, y a modo de ejemplo existen trabajos previos que podemos tomar como referencia en los se analizan estructuras cognitivas más amplias como pueden ser "Tecnología" (Bilici, 2016) o "STEM y la educación científica" (Hacioglu, Yamack y Kavak, 2016). Se pretende, además, como continuación de este trabajo, construir una batería de conceptos estímulo a través de diversos ciclos de iteración con los expertos/as) realizando un análisis más exhaustivo sobre los motivos de elección de ese listado conceptual alineado con el programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias y los requerimientos de las actuales tendencias en alfabetización científica y aplicar el WAT en su forma original. El propio listado puede generarse a través de estudios de caso con estudiantes de diversos perfiles o partiendo de aquellas respuestas que presentan mayor frecuencia en análisis previos WAT. Siguiendo algunos referentes de trabajo de investigación esta aproximación puede integrase en un estudio pre-test post-test.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atabek-Yigit, E., Yilmazlar, M. & Cetin, E. (2016). Investigation of classroom teacher candidates'cognitive structures on some basic science concepts. European Journal of Education Studies, 1(4), 32-57.

Akman, O., & Koçoğlu, E. (2016). Investigation 8th grade students' secondary school cognitive structure about principles of Ataturk through word association test. Journal of Education and Training Studies, 4(11), 151-162.

Bahar, M., Johnstone, A.H. & Sutcliffe, R.G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. Journal of Biological Education, 33:3, 134-141. https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655653.

Bilici, S.C. (2016). An Examination of Science Teacher´s knowledge structures towards Technology. International Journal of Enviromental & Science Education, 11 (5),571-586.

Derman ,A. & Eilks, I. (2016). Using a Word Association Test for the Assessment of High School Students' Cognitive Structures on Dissolution. Chemistry Education Research and Practice, 17(4), 902-913. https://doi.org/10.1039/C6RP00084C

Daskolioa, M., Flogatis, E., & Papageorgio, E. (2006). Kindergarten Teachers´conceptutal framework on the oxone layer depletion. Exploring the associative meaning s of a Global Enviromental issue. Journal of Science Education and Technology, 15(2), 168-178. https://doi.org/10.1007/s10956-006-9004-8.

Garciía-Barros, S. (2016). Conocimiento científico conocimiento didáctico. una tensión permanente en la formación docente. Campo Abierto Revista de Educación, 35(1), 31-44.

Harlen, W. (Ed.). (2010). Principles and big ideas of science education. Association for Science Education.

Hacioglu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Pre-service science teacher´s cognitive structures regarding Science, Engineering, Mathematics (STEM) and Science Education. Journal of Turkish Scene Edcucation, 13, 88-102.

Menon, D. & Sadler, T. (2016). Pre-service elementary Teachers´ Science Self-efficacy Beliefs and Science Content Knowledge. Journal Science Teacher Education, 27, 649-673. https://doi.org/10.1007/s10972-016-9479-y.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias?. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 14(2), 286-299. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01

Yildirir, H.E. & Demirkol, H. (2018). Revealing Student´s cognitive structure about physical and chemical change: use of a word association test. European Journal of Education Studies, 4(1), 134-154. https://doi.org/10.5281/zenodo.1156414

CF.65 Comparación de seis rúbricas para evaluar proyectos escolares de ciencias de educación secundaria

Miquel Pérez, Natàlia Sández, Conxita Márquez, Digna Couso

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona. miquel.perez@uab.cat

RESUMEN

Dado el auge de metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos existen varios instrumentos que evalúan su calidad y que permiten proponer mejoras de diseño. En este estudio se pretende analizar las diferencias que existen entre seis rúbricas que evalúan el diseño de proyectos desde un marco competencial e identificar sus diferencias en la valoración de un proyecto. Desde un enfoque interpretativo, se analizó el contenido de seis rúbricas siguiendo una estrategia deductiva mediante la fragmentación y categorización de los descriptores de nivel de cada rúbrica. Posteriormente, se analizó con los criterios de las rúbricas un proyecto escolar como estudio de caso y se compararon sus valoraciones. Los resultados de este estudio permitieron discernir qué competencias se priorizan en cada rúbrica y como se relacionan con las diferencias en la valoración de un proyecto.

Palabras clave: ABP, Competencia Científica, Rúbrica

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Durante los últimos años, en Barcelona y su zona metropolitana ha habido un cambio de pedagogías que se ha extendido en muchos centros de educación primaria y secundaria que buscan un alumnado más activo y

protagonista de su aprendizaje. En consecuencia, han resurgido metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o en problemas, Aprendizaje-Servicio (ApS), ambientes de aprendizaje, etc. En este estudio, cobra especial interés el ABP en el contexto de educación secundaria, que ha promovido en muchos centros una reorganización y nuevas formas de colaborar del profesorado.

Aunque resulta difícil identificar las causas de este fenómeno, se puede pensar en dos posibles detonantes que podrían ayudar a explicarlo. Por un lado, en los últimos años han aparecido redes autogestionadas de profesores que se forman en innovación didáctica, como por ejemplo, EduWikiLab, EduGlobalSTEM, InstitutsProjectant o Betacamp. Este tipo de encuentros, donde el profesorado se adueña del proceso de diseño, planificación e implementación, se identifican como un factor clave para consolidar procesos de innovación como el que se menciona (Couso & Pintó, 2009). Por otro lado, en la constante revisión sobre qué objetivos debe perseguir la educación formal, y en línea con el intento de alcanzar unos objetivos de desarrollo sostenible (United Nations, 2016), ha aparecido la necesidad de una enseñanza más competencial dirigida tanto a la alfabetización científica como en otros campos (OCDE, 2007). Esta tendencia se concreta a nivel nacional en la construcción de currículos que basen no sólo sus contenidos sino también sus criterios de evaluación en competencias disciplinares y transversales (Departament d'Ensenyament, 2016). La conjunción entre el primer detonante, que implica un cambio *bottom-up* (de abajo hacia arriba) y el segundo, que supone un cambio *top-down* (de arriba hacia abajo) nos pueden ayudar a entender mejor los objetivos que pueden haber impulsado el cambio metodológico hacia el ABP.

A pesar de compartir y tener acordados unos grandes objetivos educativos comunes, las formas de concretarse en el diseño de un proyecto pueden ser muy diversas. Dentro de las posibles formas de analizar esta transición entre objetivos y proyecto, este estudio profundiza en los instrumentos denominados como rúbricas que se usan actualmente para evaluar y mejorar el diseño de proyectos escolares de ciencias. Así, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Qué diferencias se observan en seis rúbricas que evalúan el diseño de proyectos escolares enmarcados en el ABP desde un marco competencial?

MARCO TEÓRICO

Los proyectos como secuencias de enseñanza y aprendizaje

Habitualmente, para definir la metodología ABP a través de varios elementos clave: una pregunta guía o reto, una acción, etc. (Hasni et al., 2016; Larmer, Mergendoller, & Boss, 2015). Aún así, esta herramienta metodológica cobra sentido cuando la asociamos a un objetivo de aprendizaje concreto. Aunque en un origen, el objetivo de la metodología era dar un propósito al aprendizaje y hacer de él una experiencia de vida (Kilpatrick, 1918), 100 años después, la metodología se mueve por objetivos competenciales muy diferentes que se asocian a la constante situación de cambio en un mundo tecnológico. Es por eso que los referentes actuales asocian la metodología a diferentes modelos de ABP, según si fomentan la competencia STEM (STEM ABP) (Capraro, Capraro, & Morgan, 2013), si fomentan unas prácticas epistémicas de la ciencia (Ciencia Basada en Proyectos)(Krajcik & Shin, 2018), o bien unas destrezas del siglo XXI (Bell, 2010).

En este contexto, resulta interesante hacer una distinción entre el ABP (como metodología) y los proyectos escolares (secuencias de enseñanza aprendizaje (SEA)). Este planteamiento, facilita discernir mejor las tres aristas del triángulo didáctico en SEAs: el por qué (objetivos), el qué (contenidos) y el cómo (metodología) se realizan proyectos de enseñanza-aprendizaje (Sanmartí, 2000) y ver como repercuten unos elementos sobre otros. A través de instrumentos como rúbricas, se pueden proponer criterios de evaluación de SEAs que facilitan una caracterización en progresión de los niveles de resultado del diseño a través de descriptores que especifican cada nivel (Hafner & Hafner, 2003).

La competencia científica y los proyectos escolares de ciencias

Actualmente, existe un consenso en fomentar una enseñanza de las ciencias que alfabetice científicamente a todo el alumnado y que lo capacite para tomar decisiones. Esto promovió diferentes corrientes de enseñanza en contexto (controversias socio-científicas, enseñanza basada en problemas, etc) que principalmente buscan situaciones cercanas al alumnado donde pueda movilizar sus conocimientos científicos para tomar acciones. En este proceso, ha ido refinando la forma de entender la competencia científica. Tomando como referencia el marco de evaluación PISA (OECD, 2019), la alfabetización científica se puede definir a través de tres competencias:

- Explicar fenómenos científicamente.
- Evaluar y diseñar investigaciones científicas.
- Interpretar datos y pruebas científicamente.

Para desarrollar estas tres competencias, se identifican tres tipos de conocimientos que se deben dominar, distinguiendo: el conocimiento teórico (*content knowledge*), conocimiento procedimental (*procedural knowledge*) y el conocimiento epistémico (*epistemic knowledge*) (OECD, 2019).

De acuerdo con lo expuesto, se plantea un marco con tres ejes: el contexto, la competencia y el conocimiento, aunque hay autores que añaden un cuarto elemento: los valores (Quintanilla, 2020). Este último elemento nos resulta una aportación clave en los proyectos, ya que implican que las acciones que se deriven de éste, deben ir acompañadas de una gestión emocional, donde el alumnado crea que su propuesta es factible y que fomente un uso responsable del conocimiento científico (Sanmartí, & Márquez, 2017).

Las destrezas del siglo XXI y los proyectos escolares de ciencias

La promoción de destrezas no específicas de Ciencia y Tecnología es una de las justificaciones que se usan habitualmente para promover el ABP y para la que se aconseja planificar de su inclusión en el proyecto (Ravitz, Hixson, English, & Mergendoller, 2012). Entre estas competencias no específicas, en la literatura sobre ABP de Ciencias destacan el pensamiento divergente-convergente, resolución de problemas, pensamiento crítico, autonomía, autodisciplina, creatividad, etc. (Hasni et al., 2016).

Este conjunto de habilidades intra- e interpersonales (a veces llamadas *soft skills*) se han asociado a distintas clasificaciones como las destrezas del siglo XXI o las cuatro Cs (de comunicación, creatividad, pensamiento crítico y colaboración). En este contexto, resulta clarificador asociar este conjunto de destrezas a la propuesta de DeSeCo (OECD, 2003) sobre tres competencias clave: 1. Usar herramientas de forma interactiva, 2. Interaccionar en grupos heterogéneos y 3. Actuar autónomamente.

Aunque estas destrezas (que son transversales a todas las disciplinas) se presentan separadas de las competencias científicas (disciplinares), cabe resaltar la relación entre ambas. Así, se entiende que estas destrezas no son independientes de la disciplina donde se desarrollan (Rowlands, 2011).Metodología

En esta investigación realizamos un estudio de caso centrado en el análisis de un proyecto a través de diferentes rúbricas. Para responder a la primera pregunta de investigación, se realizó una revisión sistemática a través de las bases de datos ERIC utilizando las palabras clave: (*"rubric"OR"instrument") AND ("project"OR"PBL"OR"PBS"*) así como en otras bases de datos (Google Scholar, Scopus, etc). La búsqueda se limitó a artículos de educación secundaria y con revisión por pares. A continuación, se realizó una lectura de los resúmenes, descartando aquellos artículos que no hicieran referencia la metodología ABP o no aportaran rúbricas que permitieran analizar SEAs de proyectos. Además de las cuatro rúbricas ya seleccionadas, se incorporaron dos más (facilitadas por órganos educativos) (Tabla 1).

Tabla 1. Muestra de rúbricas seleccionada para el estudio y número de criterios de realización que se evalúan en ellas.

RÚBRICA	Nº DE CRITERIOS	FUENTE
Rúbrica ABP Map para el análisis de proyectos STEM	6	Jordi Domènech-Casal (2019) Contexto y modelo en el Aprendizaje Basado en Proyectos. Apuntes para el ámbito científico. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 98, 71-76.
Project Design Rubric	8	Buck Institute of Education (2015). Obtenido de: https://my.pblworks.org/resource/document/project_design_rubric
Project Development Rubric	6	Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *Stem project-based learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publishers. (p. 199)
Rúbrica STEM ABP	21	Pérez-Torres, M., Márquez, C. Couso, D. (en revisión). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka*
Rúbrica Docente, Autoevaluación de un trabajo por proyectos	15 (12)*	Generalitat de Catalunya.Departament d'Ensenyament de Catalunya. Xarxa de Competències Bàsiques. Obtenido de: http://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/xarxacb/treball-projectes/rubrica-docent-autoavaluacio-treball-projectes.pdf *Criterios aplicables a las SEA/proyectos y no a su implementación
Phenomenon Based Learning Rubric	5	Silander, P. (2015). Phenomenon based learning. Obtenida de: http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html

A partir de esta muestra, y con un enfoque interpretativo, se hizo un análisis de contenido de los descriptores del nivel superior de las rúbricas, es decir, aquellas descripciones del máximo nivel de resultado para cada criterio en la rúbrica. Para ello se utilizó una estrategia deductiva a través de las categorías aportadas por el marco competencial PISA (OECD, 2019) y DeSeCo (OECD, 2003), mencionadas en el marco teórico (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías utilizadas para el análisis de las rúbricas

Alfabetización científica	Competencias	Explicar fenómenos científicos
		Evaluar y diseñar experimentos
		Interpretar datos y pruebas científicamente
	Contenidos	Teóricos
		Procedimentales
		Epistémicos
	Contexto	Personal
		Local y Global
	Valores	
Competencias clave (transversales)	Usar herramientas de forma interactiva	
	Interaccionar en grupos heterogéneos	
	Actuar autónomamente	

En el proceso de análisis se segmentó el texto de los descriptores en fragmentos que fueron vinculados a estas categorías. Este análisis permitió identificar las diferencias entre las rúbricas a nivel competencial, identificando tanto la frecuencia en la que se mencionan aspectos competenciales como las diferentes formas de hacerlo entre las rúbricas analizadas.

Para responder a la segunda pregunta, se evaluó un proyecto escolar diseñado para trabajar el cambio químico a través de un juego de roles a través de las seis rúbricas. El proyecto fue diseñado e implementado en el contexto de la formación inicial de una alumna de Máster de Educación Secundaria.

Para llevar a cabo el análisis, se usó una estrategia deductiva a partir del análisis del contenido del proyecto a través de las rúbricas utilizadas en la primera pregunta de investigación (Tabla 1). Los documentos utilizados para el análisis del proyecto fueron el material para el alumnado, la programación y las presentaciones usadas en clases. A través del programa Atlas.ti (v.8), se realizó un proceso de fragmentación y categorización asociada a los criterios de realización de las seis rúbricas. Las rúbricas presentaban un rango de entre tres y cinco niveles de resultado para cada criterio evaluado.

Está previsto que el análisis se triangule próximamente con tres expertos en Didáctica de las Ciencias independientes al autor y la diseñadora de la secuencia.

Resultados preliminares y discusión

A continuación, se presentan los resultados preliminares de la investigación en curso.

Competencias que se priorizan en seis rúbricas para evaluar proyectos

Los resultados preliminares del análisis de las rúbricas permiten identificar diferencias destacables entre ellas. En primer lugar, se aprecia que cinco de las seis rúbricas hacen referencia a competencias transversales clave definidas por DeSeCo (OECD, 2003). Aún y así, estas competencias pueden asociarse a distintos aspectos de los proyectos según la rúbrica. Por ejemplo, la rúbrica Project Development centra la evaluación de estas competencias en criterios como el andamiaje (*Scaffolding*), mientras que la rúbrica *Phenomenon Based*, asocia estas competencias a criterios como el proceso de aprendizaje o la autenticidad (Tabla 3).

En relación con la alfabetización científica, se identifican claras diferencias en los 4 niveles en la que se desglosa. A nivel de competencias científicas, cuatro de las seis rúbricas se decantan a fomentar alguna de las tres competencias, mientras que hay dos que no hacen referencia a ninguna (Tabla 3). Asimismo, estas competencias se pueden asociar al criterio de indagación, mientras que otras rúbricas también las asocian a criterios de contexto como la significatividad científica.

A nivel de contenidos, la mayoría de rúbricas utilizan criterios de evaluación asociados a contenidos teóricos y/o epistémicos mientras que sólo una rúbrica cubre, además la evaluación de contenidos de carácter procedimental.

A nivel de contexto, este se puede ligar a criterios de la rúbrica que evalúan su relevancia personal, local o global por su similitud al mundo real (ejemplo rúbrica STEM ABP) mientras que otras, además, asocian el contexto a criterios como la indagación (ejemplo rúbrica *Phenomenon Based*). Los criterios que hacer referencia al desarrollo de valores están poco desarrollados en las rúbricas analizadas.

Estas diferencias entre los niveles que conforman la alfabetización científica permiten identificar diferentes modelos de proyectos que se evalúan según el foco (Figura 1). Así se aprecian perfiles de rúbricas donde principalmente se evalúan contenidos y competencias transversales (*Project Developement Rubric*), mientras que otras tienen un perfil más balanceado entre competencias científicas, contenidos, contexto, valores y competencias transversales.

Los resultados del análisis del proyecto escolar con las seis rúbricas se presentan en la Figura 2 para su discusión en el congreso.

Tabla 3. Asociación de los criterios de realización de cada rúbrica con las competencias científicas y transversales.

			Rúbrica ABP Map	Project Design Rubric
Alfabetización científica	Competencias	Explicar fenómenos científicos	-	-
		Evaluar y diseñar experimentos	-	Indagación
		Interpretar datos y pruebas científicamente	-	Indagación
Competencias clave (transversales)	Usar herramientas de forma interactiva		-	Autenticidad
	Interaccionar en grupos heterogéneos		-	Finalidades Revisión y crítica, Producto final
	Actuar autónomamente		Obertura	Finalidades, Indagación Reto/pregunta Voz y elección, Reflexión Producto final

Project Development Rubric	Rúbrica STEM ABP	Rúbrica Docente	Phenomenon Based Rubric
-	Finalidades aprendizaje y curriculares Significatividad c. Argumentación	-	Contextualización Indagación basada en problemas
-	C. procedimentales-epistémicos Significatividad c. Indagación	Actividad inicial Producto final	-
-	Indagación	Actividad inicial	-
Planificación, *Scaffolding* y Producto final	Recursos TIC	Comunicación producto	Autenticidad Proceso aprendizaje
En *Scaffolding*	Autenticidad Evaluación proceso y resultado Cooperación	Punto de partida Gestión aula Evaluación	Holisticidad Autenticidad Indagación Proceso aprendizaje
Finalidades, Enganche, *Scaffolding* y Evaluación	Obertura Evaluación Proceso y resultado	Implementación Evaluación Valoración del alumnado Evidencias aprendizaje	Contextualización Proceso aprendizaje

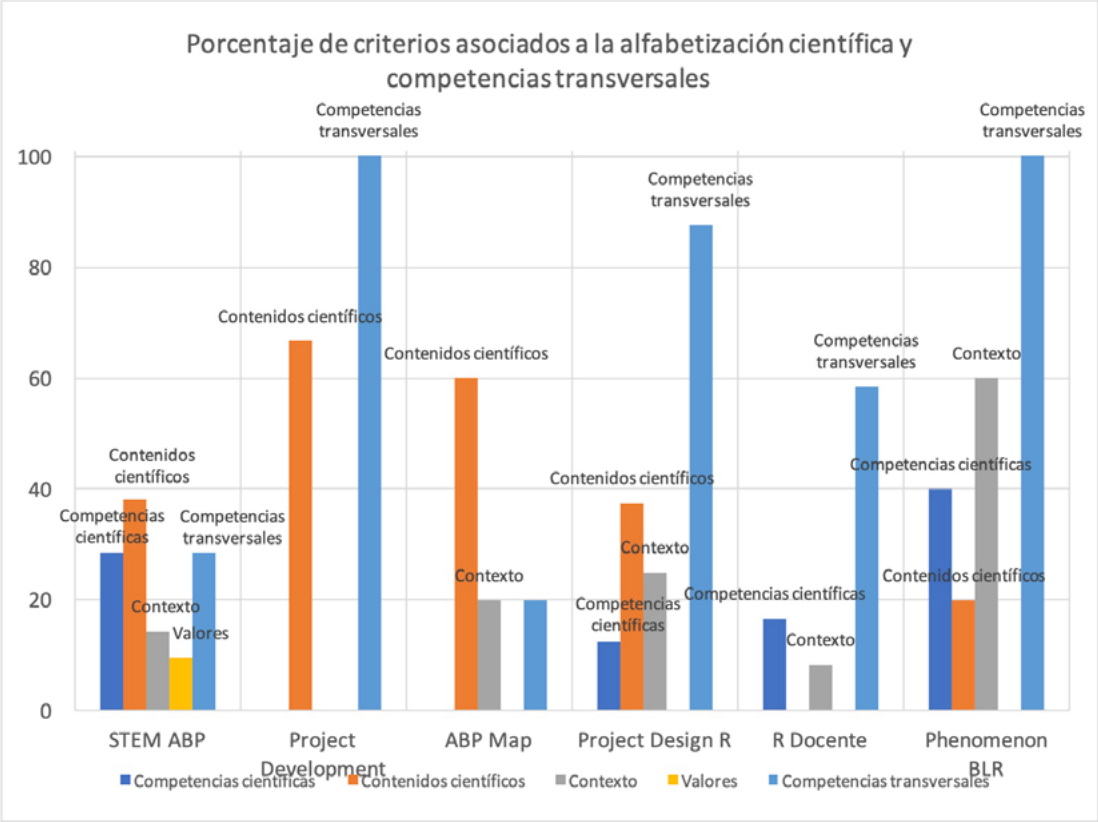


Figura 1. Representación del porcentaje de los criterios de las rúbricas que se vinculan a las distintas categorías analizadas.

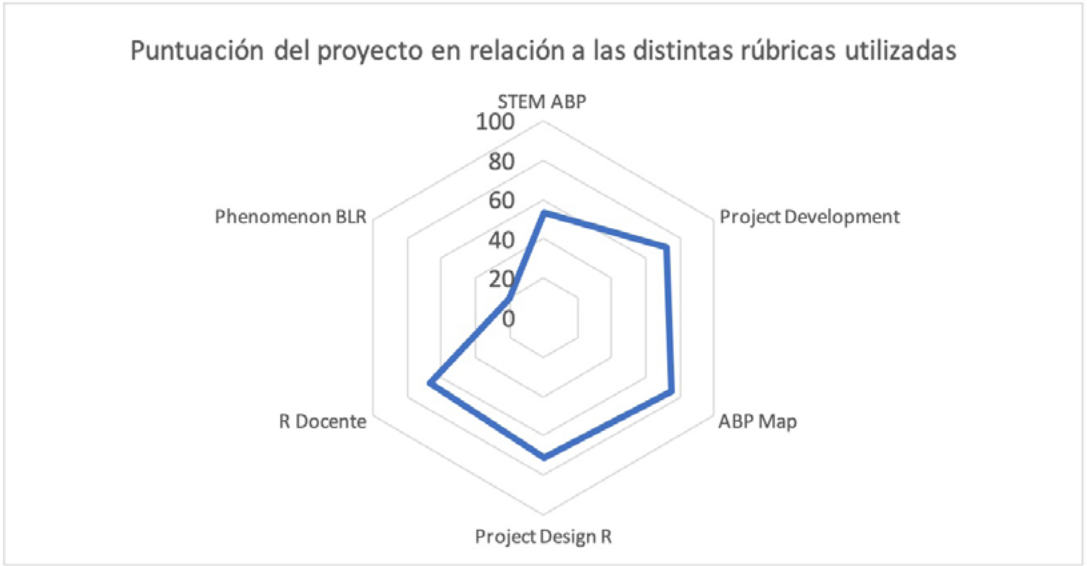


Figura 2. Puntuación en porcentaje de la valoración del proyecto analizado con las seis rúbricas analizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, *83*(2), 39–43. https://doi.org/10.1080/00098650903505415

Capraro, R. M., Capraro, M. M., y Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *Stem project-based learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publishers.

Couso, D., y Pintó, R. (2009). Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Ensenanza de Las Ciencias*, *27*(1), 5–18.

DeSeCoOECD. (2003). The definition and selection of key competencies - Executive Summary. https://doi.org/10.1080/2159676X.2012.712997

Departament d'Ensenyament. (2016). Competències bàsiques de l'àmbit cientificotecnològic.

Hafner, J. C., y Hafner, P. M. (2003). Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: An empirical study of student peer-group rating. *International Journal of Science Education*, *25*(12), 1509–1528. https://doi.org/10.1080/0950069022000038268

Hasni, A., Bousadra, F., Belletête, V., Benabdallah, A., Nicole, M. C., & Dumais, N. (2016). Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. *Studies in Science Education*, *52*(2), 199–231. https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1226573

Kilpatrick, W. (1918). *The Project Method*.

Krajcik, J. S., y Shin, N. (2018). Project-Based Learning. In R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 275–297. Cambridge University Press.

Larmer, J., Mergendoller, J., y Boss, S. (2015). Gold Standard PBL : Essential Project Design Elements. *Buck Institute for Education*, 1–4. www.bie.org

OCDE. (2007). El programa PISA de la OCDE. *Organización Para La Cooperación y El Desarrollo Económicos*, 34. http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf

OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and analítical framework*. https://doi.org/10.1787/f30da688-en

Quintanilla-gatica, M. (2020). Representaciones epistemológicas sobre competencias de pensamiento científico de educadoras de párvulos en formación. *Enseñanza de las Ciencias* 38 (*1*), 47–66.

Ravitz, J., Hixson, N., English, M., y Mergendoller, J. (2012). Using project based learning to teach 21 st century skills: Findings from a statewide initiative. *Annual Meetings of the American Educational Research Association.*, 1–9.

Rowlands, S. (2011). Discussion Article: Disciplinary Boundaries for Creativity. *Creative Education*, *02*(01), 47–55.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. In F. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (p. 239–266). Editorial Marfil.

Sanmartí, N., y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice*, *1*(1), 3. https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020

Torres, M. P. (2019). Enfocant el disseny de projectes per fomentar una activitat científica escolar a secundària a través de l 'ABP Focusing on project design to foster a school scientific activity in secondary level through PBL. *Ciències*, *38*, 18–26. https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.409

UN. (2016). *Transoforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. https://doi.org/10.1201/b20466-7

CF.66 Innovación didáctica en la formación inicial de profesorado para una enseñanza integral de las Ciencias de la Naturaleza

Cristina Cobo Huesa*, Ana María Abril Gallego, Marta Romero Ariza

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. *cchuesa@ujaen.es

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño de un modelo de formación inicial de docentes que pretende explicitar y promover las habilidades del futuro profesorado para lograr una enseñanza integral de las Ciencias de la Naturaleza, mejorando su visión sobre la naturaleza de la ciencia, sus destrezas de pensamiento y su conocimiento didáctico del contenido. Para evaluar su eficacia, se ha empleado una metodología mixta, que combina el estudio pre-post test con grupo control y el estudio de casos. Con el fin de mostrar la efectividad del modelo y su potencial en conocer los conocimientos, habilidades y creencias del futuro profesorado, se muestran los resultados preliminares de su implementación en un grupo de 81 estudiantes del Grado en Educación Primaria, y el análisis de casos de dos estudiantes.

Palabras clave: conocimiento didáctico del contenido; naturaleza de la ciencia; pensamiento crítico.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado debe circunscribirse a las actuales necesidades del S.XXI y, por tanto, focalizarse en la formación de una ciudadanía competente, dotada del conocimiento, las destrezas y actitudes

necesarias para desenvolverse de manera autónoma en una sociedad dominada por la ciencia y la tecnología. En este proceso de alfabetización científica, el conocimiento sobre la organización y funcionamiento de la empresa científica, constructo conocido como naturaleza de la ciencia (NdC), así como el pensamiento crítico (PC) adquieren gran relevancia (OCDE, 2019).

El análisis de la literatura revela un auge en el estudio del conocimiento didáctico del contenido (CDC), orientado a conocer y promover el conocimiento didáctico del profesorado en torno a la NdC (Akerson, Erumit y Kaynak, 2019; Demirdöğen, Hanuscin, Uzuntiryaki-Kondakci y Köseoğlu, 2016; Faikhamta, 2013). Sin embargo, la investigación en relación al CDC sobre habilidades de pensamiento de orden superior, como el PC, es limitada (Kadir, 2017; Zohar y Schwartzer, 2005), a pesar de su estrecha relación con el pensamiento científico, su importancia para la aplicación real de los contenidos científicos y su retroalimentación con el conocimiento sobre la NdC (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2018).

En consecuencia, en este trabajo se presenta, por un lado, un modelo de formación inicial de profesorado diseñado para promover las competencias docentes necesarias para desarrollar una enseñanza integral de las ciencias, que contemple aspectos sobre la NdC y destrezas de PC; y, por otro lado, se exponen los resultados preliminares obtenidos tras su implementación, mostrando su potencial en explicitar el conocimiento, destrezas, razonamiento pedagógico y creencias docentes.

Modelo de formación inicial de profesorado

El modelo de formación inicial de profesorado propuesto para atender a la integración de la NdC y el PC en las Ciencias de la Naturaleza (Figura 1), se basa en ofrecer oportunidades para que el profesorado alcance una visión más informada sobre la NdC y desarrolle su PC (perspectiva estudiantil a través de acciones de inmersión) e integre en sus planificaciones de enseñanza dichos constructos (perspectiva docente). Esta estructuración se fundamenta en la necesidad de poseer un conocimiento previo más informado sobre las características de la NdC (Demirdöğen *et al*., 2016) y del PC (Bonney y Sternberg, 2016), antes de abordar su enseñanza.

Este modelo de formación inicial de profesorado consta de dos grandes fases:

A. Comprensión de la NdC y desarrollo del PC: incluye dos intervenciones que implican experimentar los procesos de la ciencia, conocer las características del conocimiento científico, su validación y las relaciones CTS. La intervención "Investigando sobre el origen de los seres vivos", se basa en la historia de la ciencia sobre la teoría de la generación espontánea (descrita en Cobo-Huesa, Abril y Ariza, 2019), y la experiencia de indagación "Hidratación de legumbres" consiste en el diseño de un experimento que minimice los costes y el tiempo necesarios para llevar a cabo el proceso de hidratación de legumbres, entrenando destrezas como la comprobación de hipótesis y la argumentación.

B. Integración de la NdC y el PC en la planificación de la enseñanza: incluye una intervención basada en el CDC enfocada a integrar rasgos de la NdC y destrezas de PC en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza. Toma como marco teórico de referencia la Representación del Contenido (CoRe, Content Representation) adaptada de Nilsson y Loughran (2012), que estructura, guía y verbaliza la toma de decisiones docentes durante la planificación de la enseñanza de contenidos científicos, rasgos de la NdC y destrezas de PC. También explicita la importancia que el futuro profesorado concede a considerar los aspectos del CoRe en sus planificaciones y su grado de confianza en atender a dichos aspectos. Esta intervención se divide en tres grandes partes:

- Reflexión y discusión sobre las ideas previas del profesorado en torno a la importancia de integrar la NdC y el PC en las Ciencias de la Naturaleza.
- Análisis por pequeños grupos de un repositorio de secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEAs) que

muestran la enseñanza integrada de contenidos disciplinares de ciencias, rasgos sobre la NdC y destrezas de PC. Incluye la reflexión sobre el CDC de los contenidos identificados a través de una serie de cuestiones extraídas del CoRe.

- Diseño individual de una SEA que integre la enseñanza coherente de contenidos científicos, rasgos sobre NdC y destrezas de PC, y elaboración de una planificación didáctica (CoRe), que explicite el CDC del profesorado sobre dichos elementos.

La estrategia adoptada para su evaluación consiste en una metodología mixta, basada en el análisis cuantitativo de cuestionarios y el estudio de casos. Para el análisis cuantitativo se emplearon 10 cuestiones del COCTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), 10 situaciones del test de Halpern (2010), la escala motivacional del PC de Valenzuela (2007) y el test de creencias de eficacia docente de ciencias, STEBI-B (Enochs y Riggs, 1990). Dichos cuestionarios se aplicaron un mes y medio antes y después de la implementación del modelo. Para el análisis cualitativo, se recogieron los CoRes de los estudiantes, en la última sesión.

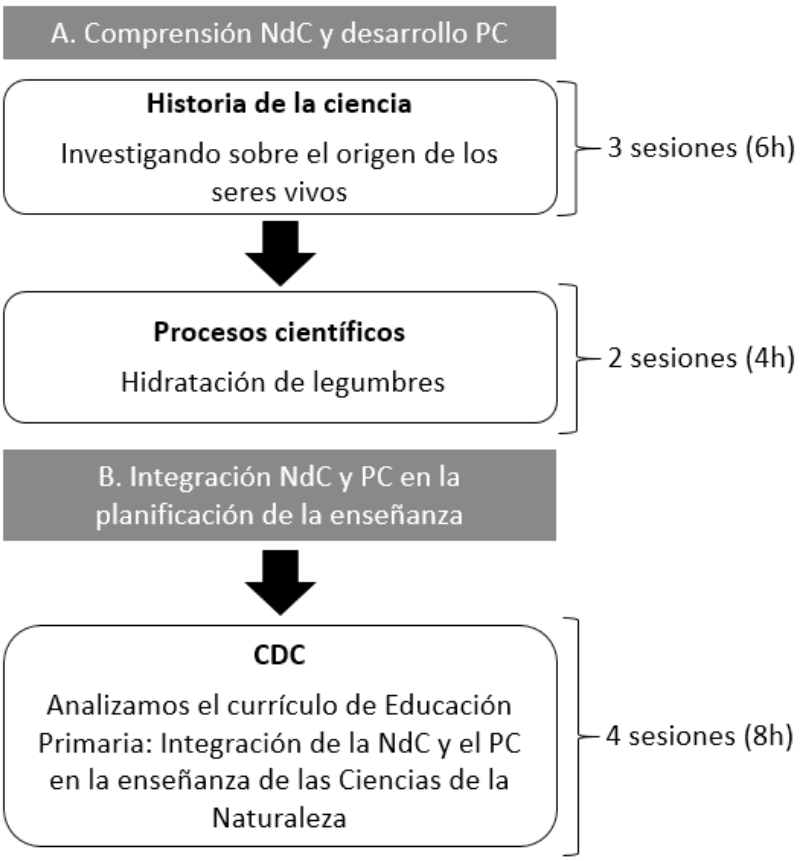


Figura 1. Modelo de formación inicial de profesorado diseñado para promover las habilidades docentes integrando la NdC y el PC en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza

Resultados preliminares

Los resultados mostrados a continuación corresponden a una implementación del modelo en un grupo de 118 estudiantes, en el contexto de las prácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I de 3º curso del Grado en Educación Primaria. Esta intervención se desarrolló, tras ser pilotada en un grupo de 144 estudiantes. Una vez apareados los pre-test y post-test en el grupo experimental, los resultados mostrados

en la Figura 2 corresponden a 81 estudiantes en el grupo experimental (47 mujeres y 34 varones). El grupo control consta de 72 estudiantes en el pre-test (39 mujeres y 33 varones) y 37 estudiantes (25 mujeres y 12 varones) en el post-test. Este último no recibió enseñanza explícita sobre la NdC, el PC, ni sobre su CDC. En ambos grupos, la media de edad es de 21 años.

En la Figura 2 se observa que, tras la implementación del modelo, el grupo experimental presenta una visión más informada sobre la epistemología y sociología de la NdC, así como un progreso en las dos destrezas de PC evaluadas, a diferencia del grupo control. En cuanto a la dimensión motivacional del PC, el grupo experimental no mejora de manera significativa sus expectativas de emplear el PC con éxito, ni el valor que le otorga a su empleo, que se mantienen en un nivel medio-alto, al igual que el grupo control. Por último, respecto a las creencias de eficacia, el grupo experimental exhibe un ligero aumento en sus expectativas de autoeficacia para enseñar ciencias, mientras que sus expectativas acerca de la influencia de sus actos en los resultados del alumnado se mantienen en un nivel medio, similar al inicial y al del grupo control.

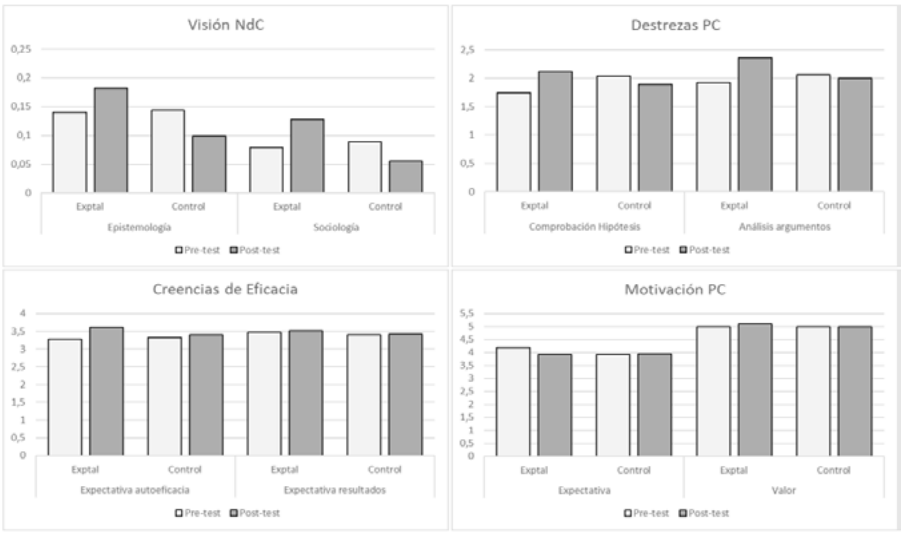


Figura 2. Puntuaciones del grupo experimental y control en el pre-post test. Rango valores (mín. a máx.): visión NdC (-1 a 1), destrezas PC, creencias de eficacia (0 a 5), motivación PC (0 a 6)

La metodología que enmarca esta investigación permite llevar a cabo un análisis detallado del progreso de cada estudiante. A continuación, se presenta un análisis preliminar, a nivel de estudio de casos, de dos estudiantes del grupo experimental, escogidos de manera intencionada para tal fin. Ambos presentan diferentes niveles de desempeño en el pre-post test (Figura 3) y comparten contenidos integrados en sus SEAs (Tabla 1).

En líneas generales, la Figura 3 muestra que el estudiante A mejora su visión sobre la NdC y la aplicación de las destrezas de PC analizadas, tras la implementación del modelo. Su motivación para pensar críticamente se mantiene en la dimensión de expectativas, pero decae levemente en la de valor. Respecto a sus creencias de autoeficacia, prácticamente se mantienen en un nivel alto para la expectativa de autoeficacia y medio para la de resultados. En cambio, el estudiante B no mejora su visión sobre la NdC y solo progresa de manera destacada en la destreza de argumentación, pero mantiene un nivel medio-alto de expectativa al empleo eficaz del PC, otorga un alto valor a su empleo y obtiene unas puntuaciones altas en las creencias de eficacia, mayores a las del estudiante A.

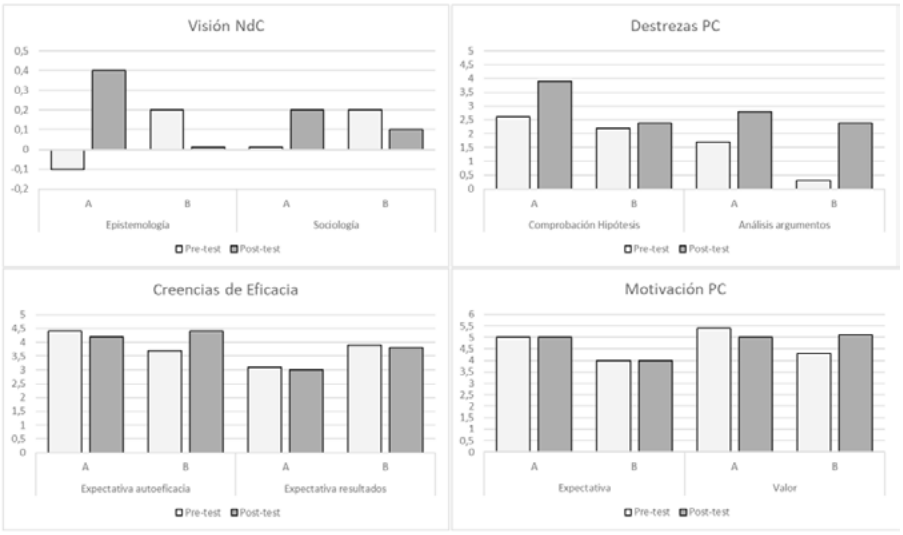


Figura 3. Puntuaciones obtenidas en el pre-post test por los estudiantes seleccionados (A y B) para el estudio de casos

Respecto al análisis cualitativo de los productos recogidos tras la segunda fase del modelo (Figura 1), en la Tabla 1 se presentan los contenidos y orientaciones metodológicas que contemplan las SEAs diseñadas por ambos estudiantes y, seguidamente, se muestran brevemente sus respuestas para cada una de las cuestiones del CoRe.

Tabla 1. Contenidos, metodologías y tipo de enseñanza considerados por cada estudiante en la elaboración de sus SEAs

	CONTENIDOS CIENTÍFICOS	RASGOS NDC	DESTREZAS PC	METODOLOGÍA	ENSEÑANZA
A	Aparato circulatorio: importancia y función	Mujeres y hombres de todas las culturas y países tienen la profesión de científico	Realización de sencillas analogías	Modelización	Explícita
B	Partes del cuerpo humano y su función	Para mejorar la comprensión de la naturaleza, los científicos elaboran esquemas de clasificación	Realización de sencillas analogías	Actividades dirigidas	Implícita

1. ¿Qué pretendes que aprendan los estudiantes sobre estos contenidos?

Para los contenidos científicos y las destrezas de PC, ambos reflejan adecuadamente sus propósitos, pero en relación a los rasgos de la NdC, destaca el estudiante B por confundir la comprensión epistemológica de los procesos científicos con el proceso de hacer ciencia para aprender: "Retener la información de una manera más eficaz, con la creación de esquemas de clasificación".

2. ¿Por qué es importante para el alumnado aprender estos contenidos?

Ambos destacan la importancia de los contenidos científicos a nivel personal y social. Respecto a la NdC, el estudiante B incide de nuevo en la importancia de clasificar para aprender ciencias y no en su naturaleza: "Es fundamental una buena estructuración de los contenidos para facilitar el aprendizaje". En relación a las destrezas de PC, el estudiante A resalta la importancia de modelizar para "distinguir entre modelo y realidad", mientras que el B alude a la aplicación de analogías en diferentes contextos.

3. ¿Qué más debería saber el docente sobre estos contenidos (pero que no pretende que el alumnado conozca aún)?

Respecto a los contenidos científicos y rasgos de la NdC, ambos señalan un mayor conocimiento de los mismos, pero solo el estudiante A concreta: "La relación con otros sistemas…y el uso del desfibrilador" y "La estadística e historia de ambos sexos en el ámbito científico". En cuanto a las destrezas de PC, el estudiante A alude a la habilidad para construir modelos más complejos y el B, a disponer de un gran bagaje de analogías.

4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones de enseñar estos contenidos?

En cuanto a los contenidos científicos, ambos hacen alusión a aspectos organizativos y recursos del centro. En cuanto a la NdC, a diferencia del estudiante B, el A indica cuestiones propias del rasgo en cuestión: "Romper la idea preconcebida y el machismo en el ámbito laboral". Respecto al PC, el estudiante A destaca las limitaciones cognitivas del alumnado para crear modelos y el B, la falta de creatividad.

5. ¿Cuál es mi conocimiento de las ideas previas o habilidades del alumnado que influyen en la enseñanza de estos contenidos?

Sobre los contenidos científicos, solo el estudiante A destaca algunas ideas previas erróneas, como la forma del corazón y, para los rasgos de la NdC, la imagen distorsionada que muestran los medios de comunicación sobre los científicos. El estudiante B alude a las formas de esquematizar la información por parte del alumnado, mostrando de nuevo la confusión entre los procesos de la ciencia y la NdC. Respecto a las destrezas de PC, el estudiante A indica habilidades previas del alumnado: "Los estudiantes crean maquetas desde su infancia a pequeña escala, puzles y dibujos. Hay que utilizar todo eso para que sea un proceso coherente y progresivo para ellos.", y el B alude a conocer su desarrollo cognitivo y creatividad para ajustar las analogías a su nivel.

6. ¿Cuáles son los métodos de enseñanza y la justificación de su empleo para enseñar estos contenidos?

El estudiante A opta por una metodología basada en la modelización "para entender de forma práctica al funcionamiento de su sistema circulatorio y realizar la reanimación cardiopulmonar". Por su parte, el estudiante B diseña una serie de actividades dirigidas basadas en la realización de esquemas y relación de contenidos, así como en establecer analogías entre las partes del cuerpo y los componentes de un ordenador.

7. ¿Cuáles son los métodos para evaluar la comprensión y el desarrollo de estos contenidos?

En cuanto a los contenidos científicos, ambos destacan la evaluación de las actividades planteadas a lo largo de la SEA. En relación a la NdC, el participante A valoraría las respuestas del alumnado sobre preguntas integradas en la SEA, y el B, la habilidad de realizar esquemas. Por último, el participante A plantea evaluar la destreza de PC a través de la elaboración de un modelo y el B, con situaciones que permitan establecer analogías.

Finalmente, ambos estudiantes presentan unos niveles de confianza considerablemente altos y similares en atender a las cuestiones planteadas en el CoRe, aunque el estudiante B les otorga una mayor importancia, sobre todo a las cuestiones 3, 5 y 7 (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la autoevaluación del CoRe realizado

CUESTIONES CORE	A		B	
	Importancia	Confianza	Importancia	Confianza
	(1 baja – 10 alta)			
1. Intención didáctica	10	10	10	10
2. Importancia contenidos	10	10	10	9
3. Conocimiento docente	7	7	10	10
4. Dificultades/limitaciones	8	8	8	8
5. Ideas/habilidades previas	7	7	9	7
6. Metodología	9	10	10	8
7. Evaluación	8	9	10	8
Media	8,4	8,7	9,6	8,6

CONCLUSIONES

Los primeros análisis cuantitativos llevados a cabo para evaluar la efectividad del modelo presentado, sugieren que éste promueve visiones informadas sobre las dos dimensiones de la NdC y el desarrollo de las destrezas de PC evaluadas. Para la dimensión motivacional del PC y las creencias de autoeficacia, se mantienen los niveles medio-altos de los que partía el profesorado en formación inicial participante, aunque destaca una mejora en sus expectativas para desarrollar una enseñanza eficaz de las Ciencias de la Naturaleza.

La aplicación de este modelo también permite visibilizar el pensamiento docente durante el diseño de planificaciones didácticas integradas. Como ejemplo ilustrativo, se ha realizado un estudio de casos en dos estudiantes, del que se han podido extraer unas primeras conclusiones, teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio preliminar.

En primer lugar, si bien ambos estudiantes integran contenidos similares en sus SEAs, el estudiante A, que presenta una visión más informada sobre la NdC y un mayor desarrollo de las destrezas de PC evaluadas, lo hace a través de metodologías basadas en la modelización y una enseñanza más explícita. No obstante, aunque crea espacios para la reflexión explícita sobre la presencia de la mujer en la ciencia, lo hace de manera aislada. En cambio, el participante B, con una visión más ingenua sobre la NdC y un menor desempeño del PC, opta por actividades dirigidas, en las que se incluye la realización de sencillas analogías. Además, este estudiante no diferencia entre la fundamentación epistemológica de los procesos científicos (en este caso, de los sistemas de clasificación) con el propio proceso de hacer ciencia (realizar sistemas de clasificación), uno de los principales obstáculos de la enseñanza de la NdC (Lederman, Antink y Bartos, 2014).

Del mismo modo, si relacionamos los resultados de la autoevaluación del CoRe con los obtenidos en el test de creencias de eficacia docente, el estudiante B otorga una alta importancia y presenta una gran confianza en atender a las cuestiones del CoRe, así como unas mayores creencias de eficacia que el estudiante A, a pesar de que el análisis cualitativo le revela una capacidad de planificación didáctica más limitada. Esto puede ser debido a unos niveles de exigencia mayores en el estudiante A, lo cual evidencia la relevancia de atender a la dimensión afectiva del CDC (Enochs y Riggs, 1990).

Posteriores análisis en el resto de estudiantes, nos permitirán vislumbrar las relaciones existentes entre los constructos analizados (NdC, PC, CDC) y extraer principios de diseño que permitan orientar futuras propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

Akerson, V. L., Erumit, B. A. y Kaynak, N. E. (2019). Teaching Nature of Science through children's literature: an early childhood preservice teacher study. *International Journal of Science Education*, *41*(18).

Bonney, C. R. y Sternberg, R. J. (2016). Learning to think critically. En: R. E. Mayer y P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (pp. 175-206). Londres: Routledge.

Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2019). Propuesta didáctica en la formación de profesorado para trabajar naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico. Ápice. Revista de Educación Científica, *3*(1), 15-28. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4630

Demirdöğen, B., Hanuscin, D. L., Uzuntiryaki-Kondakci, E. y Köseoğlu, F. (2016). Development and nature of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge for nature of science. *Research in Science Education*, *46*, 575-612. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-015-9472-z

Enochs, L. G., y Riggs, I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, *90*(8), 694-706.

Faikhamta, C. (2013). The Development of in-service science teachers' understandings of and orientations to teaching the Nature of Science within a PCK-based NOS course. *Research in Science Education*, *43*, 847-869. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-012-9283-4

Halpern, D. F. (2010). *The Halpern critical thinking assessment: Manual*. Vienna: Schuhfried.

Kadir, M. A. A. (2017). What teacher knowledge matters in effectively developing critical thinkers in the 21st century curriculum? *Thinking Skills and Creativity*, *23*, 79-90.

Lederman, N. G., Antink, A. y Bartos, S. (2014). Nature of Science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, *23*, 285-302. DOI: https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3

Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Ballears. DOI: https://doi.org/10.13140/2.1.5072.9923

Nilsson, P. y Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, *23*, 699-721.

OCDE (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: PISA, OECD Publishing. DOI: https://doi.org/10.1787/b25efab8-en

Valenzuela, J. (2007). *Escala Motivacional de Pensamiento Crítico*. Universidad de Salamanca. Recuperado de: http://tinyurl.com/EMPC-sp

Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M.A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *17*(2), 309-336. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_2_02_ex1065.pdf

Zohar, A. y Schwartzer, N. (2005) Assessing teachers' pedagogical knowledge in the context of teaching higher-order thinking. *International Journal of Science Education*, *27*(13), 1595-1620.

CF.67 Nivel de desarrollo de la competencia científica de estudiantes que finalizan el Grado de Educación Primaria

Luisa López-Banet, G. Enrique Ayuso Fernández y Marina Martínez-Carmona

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. llopezbanet@um.es

RESUMEN

La competencia profesional en el ámbito científico de futuros docentes de Educación Primaria conlleva planificar actividades de investigación para su posterior implementación en el ámbito escolar. Este trabajo pretende evaluar el nivel alcanzado por el profesorado en su formación inicial en algunos procesos integrados relevantes en una investigación. Se ha utilizado como instrumento de recogida de información un test previamente validado. Los resultados ponen de manifiesto que las mejores puntuaciones se obtienen en la interpretación de datos y gráficas, así como en la identificación y control de variables, siendo los diseños experimentales y el establecimiento de hipótesis los procesos en los que encuentran mayores dificultades. Se requiere que los planes de formación inicial de maestros y maestras otorguen más importancia a los procesos científicos implicados en la planificación de investigaciones escolares.

Palabras clave: Educación Primaria; metodología científica; interpretación de gráficas; identificación de variables; formación inicial

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha insistido en que la enseñanza de los contenidos conceptuales de una disciplina científica debe ir acompañada de los correspondientes contenidos metodológicos y actitudinales. Asimismo, se ha pretendido promover la capacidad del alumnado para establecer hipótesis, implementar modelos, avanzar en la argumentación lógica en las explicaciones, conectar ideas o hacer preguntas. Además, los beneficios educativos en el desarrollo de la competencia científica inciden positivamente en las actitudes hacia las materias científicas de los escolares (Riegle-Crumb, Morton, Moore, Chimonidou, Labrake y Kopp, 2015). En este trabajo describimos algunos estudios que sugieren propuestas de mejora en la formación del profesorado para promover estos aprendizajes durante la etapa escolar obligatoria.

La formación del profesorado de Educación Primaria en ciencias

La investigación educativa ha determinado que el profesorado en formación presenta importantes dificultades para seleccionar, adaptar e implementar actividades de enseñanza orientadas a que el alumnado aprenda a 'hacer ciencia'. Además, se suele considerar que las actividades prácticas deben tener una naturaleza demasiado científica, lo cual conlleva a estimar, en ocasiones, que el alumnado de Educación Primaria no presenta capacidades suficientes para llevarlas a cabo. En consecuencia, se opta por desarrollar la enseñanza mediante explicaciones y el libro de texto, enfoques educativos que resultan más sencillos, a pesar de que puedan producir cierta insatisfacción (Banet, 2007).

Con objeto de responder a dichas demandas, se han propuesto metodologías basadas en la indagación y en la investigación que promueven el aprendizaje integrado de contenidos de ciencias y permiten comprender cómo funciona la ciencia (Kenyon, Schwarz, y Hug, 2008). Los enfoques basados en la indagación brindan oportunidades para usar y desarrollar una gama más amplia de capacidades, como el trabajo en grupo, la competencia comunicativa o la resolución de problemas abiertos. Las evidencias sobre su efectividad demandan que se transforme la metodología de enseñanza de las ciencias. Concretamente, estos planteamientos se han concretado en multitud de propuestas educativas nacionales e internacionales (Osborne y Dillon, 2008; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008; Pedaste et al., 2015).

Durante la formación inicial del profesorado, la carencia de experiencias previas sobre el desarrollo de actividades de investigación escolar podría dificultar la realización de esta clase de tareas en la futura práctica docente (Uum, Verhoeff y Peeters, 2016). Por este motivo, se viene reclamando dotar al profesorado de mayores oportunidades para 'vivir en primera persona' las metodologías de enseñanza que deben ser utilizadas en sus clases (Windschitl, 2003; Bhattacharyya, Volk, y Lumpe, 2009; Pilitsis y Duncan, 2012; Abd-El-Khalick, 2012). En los cursos de formación de profesores, la investigación debe jugar un papel dominante, donde el futuro profesorado practique (y no solo hable sobre) indagación (Barrow, 2006). Su incorporación, durante la formación inicial, contribuye a la reflexión explícita sobre cómo aprendemos y cómo enseñamos, convirtiéndose la propia metodología en objeto de aprendizaje (Abd-El-Khalick, 2012). Como ejemplo, un estudio sobre los efectos de un programa de desarrollo profesional de docentes sobre indagación permite concluir que es posible influir positivamente en un número significativo de profesores en cuanto a las definiciones que aportan y al conocimiento pedagógico del contenido para la enseñanza de las ciencias como investigación (Papaevripidou, Irakleous y Zacharia, 2017). Martínez-Chico, López-Gay y Jiménez-Liso (2014) describen situaciones en las que docentes en formación experimentan enfoques de enseñanza de las ciencias por indagación, pero concluyen que esto no es lo habitual en la mayoría de las universidades españolas.

Algunos de los procesos científicos característicos de la competencia científica

Como parte del desarrollo de la competencia científica, la práctica de los contenidos de tipo procedimental es fundamental para aprender a realizar investigaciones escolares (Ayuso, López-Banet y Martínez-Carmona,

2019; Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2019). La identificación de un problema y el reconocimiento de la importancia de formularlo con precisión representan el comienzo de una investigación con la que el alumnado podrá 'hacer' ciencia. La formulación de las hipótesis que marcan el camino de la investigación es un proceso creativo que surge en respuesta al problema dado, lo que constituye una de las referencias básicas para elaborar diseños experimentales. Desde un punto de vista constructivista, la emisión de hipótesis permite expresar las propias ideas sobre el contenido de la materia que, al ser evaluadas, se pueden reformular teniendo en cuenta el trabajo realizado en el aula (Oh, 2010). Por último, la planificación de un método orientado a la resolución de un problema de investigación mediante la elaboración de un diseño experimental es una tarea compleja que involucra los anteriores procesos científicos, por lo que en su enseñanza se debe considerar la experiencia previa del alumnado.

Objetivos de investigación

Parece necesario tener un mayor conocimiento sobre el desarrollo de la competencia científica que adquieren durante su formación quienes son responsables de enseñar a estudiantes de educación obligatoria, con objeto de promover iniciativas eficaces y coherentes con estas finalidades formativas. Esto nos lleva a considerar si la formación adquirida durante el Grado en Primaria permite mejorar el desarrollo de la competencia científica respecto a los procesos anteriores, y nos plantea los siguientes problemas de investigación: ¿Promueve la formación en el Grado de Primaria el desarrollo de procesos científicos integrados? ¿Cuáles son los efectos de acceder mediante una titulación científica en el aprendizaje de los procesos científicos durante el Grado de Educación Primaria?

Enfoque metodológico

Tomando como referencia los resultados de estudios anteriores, y con la intención de que sean comparables, en el presente trabajo se utiliza como instrumento de recogida de información el 'Test of Integrated Science Process Skills (TISPS)', previamente validado (Kazeni, 2005), que está formado por 30 ítems de elección múltiple sobre cuestiones relacionadas con distintas materias, y que se pueden agrupar en 5 categorías (Tabla 1). Cada ítem consiste en una cuestión con 4 respuestas de opción múltiple y una única respuesta correcta. Concretamente, los procesos incluidos en el mismo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías de los ítems analizados

PROCESOS INTEGRADOS	ÍTEMS APLICADOS
Identificación y control de variables	2, 6, 19, 25, 28, 29 y 30
Establecimiento de hipótesis	8, 12, 16, 20, 23 y 26
Definición de operaciones	1, 7, 10, 18, 21, y 22
Interpretación de tablas de datos y gráficas	4, 5, 9,11, 14, 17, 24 y 27
Diseño experimental	3, 13, y 15

En la siguiente tabla se recogen los tipos de cuestiones relacionadas con cada uno de los procedimientos analizados (tabla 2).

Tabla 2. Ejemplos de los tipos de preguntas formuladas para identificar cada proceso científico

PROCESOS INTEGRADOS	ÍTEMS APLICADOS
Identificación y control de variables	Identificar el tamaño y el tipo del recipiente como variables que podrían afectar al tiempo que tarda el agua en hervir.
Establecimiento de hipótesis	Seleccionar la opción que podría ser verificada para comprobar los factores que afectan a la altura de una planta.
Definición de operaciones	Identificar cuál sería la opción correcta para poder determinar la velocidad de conducción de calor por diferentes varillas metálicas en un diseño experimental dado.
Interpretación de tablas de datos y gráficas	*Escoger la gráfica que representa el volumen de hidrógeno producido en una reacción* de la que se proporcionan las medidas de tiempo y volumen *obtenidos.*
Diseño experimental	Seleccionar el diseño que permite determinar con certeza si un automóvil requiere más combustible al conducirlo a alta velocidad.

En este estudio participaron 62 estudiantes que finalizan la última asignatura del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia (39 correspondientes a un grupo matutino y 22 de un grupo vespertino). Con anterioridad, habían sido cursadas otras dos asignaturas obligatorias pertenecientes al Grado, con una asignación total entre las tres de 18 créditos. Respecto a los estudios científicos cursados previamente al acceso a la titulación, una minoría realizó la modalidad de Bachillerato de ciencias.

El análisis de los datos se realizó con el programa SPSS v.24 aplicando el test U de Mann-Whitney como tratamiento estadístico, siendo el nivel crítico de significación para el rechazo de la hipótesis nula $p<0.05$.

Resultados

Las mejores puntuaciones se obtienen en la identificación y control de variables y en la interpretación de datos y gráficas, siendo el establecimiento de hipótesis el proceso que obtiene menor puntuación (tabla 3).

Tabla 3. Análisis estadístico descriptivo de los resultados por procedimientos

VARIABLE	N	MEDIA	DESV STD	MÍNIMO	MÁXIMO
Identificación y control de variables	62	8.91	1.67	4.29	10.00
Establecimiento de hipótesis	62	5.08	1.84	0.00	8.33
Definición de operaciones	62	6.74	1.82	1.67	10.00
Interpretación de datos y gráficas	62	7.74	1.56	1.25	10.00
Diseño experimental	62	6.61	2.45	0.00	10.00
Cuestionario completo	62	7.17	1.22	3.33	9.00

Se han comparado los resultados obtenidos entre participantes que inician las asignaturas del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Ayuso, López-Banet y Martínez-Carmona, 2019) y quienes las han cursado

todas. Dicho análisis muestra un aumento generalizado en todas las categorías, a excepción de la referente a 'diseño experimental', coincidiendo con el estudio de Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé (2019). El procedimiento 'establecimiento de hipótesis' continúa siendo el de menor puntuación, cuyo valor promedio se encuentra muy por debajo de la media obtenida para el cuestionario completo (7.17). Esto contrasta con lo expuesto por Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé (2019), que indican una mayor dificultad en el diseño experimental.

Es destacable positivamente que ambos grupos, tanto el de estudiantes que habían estudiado previamente ciencias en Bachillerato como el que no, mejoran de forma general sus puntuaciones en todos los ítems (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación entre los grupos que inician y finalizan los estudios de grado desde titulaciones de distinto grado de formación científica

	MEDIA PREVIA A DCE		MEDIA POSTERIOR A DCE	
	NO[1]	SI[2]	NO[1]	SI[2]
N	75	26	49	13
Identificación y control de variables	8,55	8,90	8,75	9,56
Establecimiento de hipótesis	3,69	3,91	4,86[5]	5,90[4]
Definición de operaciones	5,80	6,79	6,36	8,21[3]
Interpretación de datos y gráficas	7,53	7,98	7,60	8,27
Diseño experimental	6,84	7,05	6,39	7,44[4]
Cuestionario completo	6,59	7,05	6,80[5]	8,00[3,4]

No[1]: Alumnado que no proviene de especialidades científicas; Si[2]: estudios científicos previos

[3]Diferencias significativas en los valores obtenidos tras cursar las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) entre estudiantes provenientes de ciencias comparado con aquellos de otra especialidad (test U de Mann-Whitney).

[4,5]Diferencias significativas al comparar los valores obtenidos antes y después de cursar las asignaturas de DCE, valorando de forma separada al alumnado con[4] o sin[5] formación científica previa. (test U de Mann-Whitney).

Por otra parte, se observa que quienes habían estudiado ciencias previamente siguen obteniendo mejores puntuaciones globales en todos los procedimientos, coincidiendo con Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé (2019), con diferencias que pueden considerarse significativas para la media del conjunto de ítems y para la subcategoría de definición de operaciones.

Conclusiones e implicaciones educativas

En relación con los objetivos planteados en este trabajo, podemos decir que la formación en el Grado de Primaria promueve el desarrollo de procesos científicos integrados, aunque se encuentran dificultades en los referidos al establecimiento de hipótesis y en la propuesta de diseños experimentales. Se observa que estudiantes que acceden al grado a través de itinerarios que no son de tipo científico obtienen resultados significativamente mejores tras cursar las materias del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en relación al establecimiento de hipótesis y en la propuesta de diseños experimentales. Asimismo, se observa que si ya partían con una cierta formación en ciencias mejoran, además, en el procedimiento de diseño experimental. En nuestro estudio, la identificación y control de variables, así como la interpretación de datos y gráficas, son los procesos científicos evaluados que mayor puntuación alcanzan.

Estos resultados muestran las dificultades que supone para docentes en formación desarrollar procesos ca-

racterísticos de la actividad científica y que disponer de una mayor base científica hace que el incremento de competencias sea más destacable. Coincidimos con Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y Sanjosé (2019) en que se hace necesario prestar atención especial a estudiantes que tienen menor conocimiento previo, focalizando la enseñanza para aumentar su motivación y disfrute hacia el ámbito científico, con la finalidad de formar profesores competentes en la enseñanza de las ciencias.

Consideramos de gran importancia que la formación inicial de profesores de educación obligatoria incluya experiencias para enseñar y practicar los procesos científicos implicados en el desarrollo de una investigación. De esta forma, un mayor conocimiento de los mismos les podría ayudar a diseñar actividades escolares adecuadas y, en consecuencia, implementarlos en las clases de ciencias. Es por ello que la incorporación de propuestas en las que el profesorado experimente por medio de la indagación y la investigación, promoviendo la reflexión explícita de su aprendizaje, podría ayudar a plantear iniciativas educativas que mejoren la calidad de la educación científica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el proyecto PGC2018-097988-A-I00 financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI) de España-Agencia Estatal de Investigación (AEI).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayuso Fernández, E., López-Banet, L. y Martínez-Carmona, M. (2019). Conocimiento inicial sobre las competencias científicas entre los futuros maestros y maestras de primaria de la región de Murcia. En María del Carmen Pérez-Fuentes (Ed.), *Innovación docente e investigación en educación* (543-554). Madrid: Editorial DYKINSON.

Abd-El-Khalick, F. (2012). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science and Education*, *22*(9), 2087-2107. DOI: 10.1007/s11191-012-9520-2

Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, *25*(1), 5-20. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/199613

Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: From dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, *17*(3), 265-278. DOI: 10.1007/s10972-006-9008-5

Bhattacharyya, S. Volk, T. y Lumpe, A. (2009). The influence of an extensive inquiry-based field experience on pre-service elementary student teachers' science teaching beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, *20*(3), 199-218. DOI: 10.1007/s10972-009-9129-8

Kazeni, M. (2005). Development and validation of a test of integrated science process skills for the further education and training learners. (Tesis Doctoral). Universidad de Pretoria: Sudáfrica. Recuperado de: https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/24239/dissertation.pdf;sequence=1

Kenyon, L., Schwarz, C. y Hug, B. (2008). The benefits of scientific modeling. *Science and Children*, *46*(2), 40-44. Recuperado de: https://learningcenter.nsta.org/resource/?id=10.2505/4/sc08_046_02_40

Martínez-Chico, M., López-Gay, R. y Jiménez-Liso, R. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 591-608. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1376

Oh, P. S. (2010). How can Teachers Help Students Formulate Scientific Hypotheses? Some Strategies Found in Abductive Inquiry Activities of Earth Science. *International Journal of Science Education*, *32*(4), 541-560.

DOI: 10.1080/09500690903104457

Osborne, J. y Dillon, J. (coords.) 2008. Science Education in Europe: Critical Reflections. London: Nuffield Foundation. Recuperado de: https://mk0nuffieldfounpg9ee.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2019/12/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final1.pdf

Papaevripidou, M., Irakleous, M. y Zacharia, Z. C. (2017). Designing a course for enhancing prospective teachers' inquiry competence. In K. Hahl, K., Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, J. Lavonen (Eds.). *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (263–278). Cham: Springer.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47–61. DOI: 10.1016/j.edurev.2015.02.003

Pilitsis, V. y Duncan, R.G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, *23*(8), 909-936. DOI: 10.1007/s10972-012-9303-2

Riegle-Crumb, C., Morton, K., Moore, C. Chimonidou, A., Labrake, C. y Kopp, S. (2015). Do Inquiring Minds Have Positive Attitudes? The Science Education of Preservice Elementary Teachers. *Science Education*, *99*(5), 819–836. DOI: 10.1002/sce.21177

Uum, M. S. J., Verhoeff, R.P. y Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, *38*(3), 450-469. DOI: 10.1080/09500693.2016.1147660

Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2019). Evaluación del Conocimiento Científico en Maestros en formación inicial: el caso de la Comunidad Valenciana. *Revista de Educación*, *383*, 133-162. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2019-383-404

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, *87*(1), 112–143. DOI: 10.1002/sce.10044

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. 2008. Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, *92*(5), 941-967. DOI: 10.1002/sce.20259

CF.68 La formación de los maestros en activo sobre el reto ambiental de la problemática de los residuos

Isabel Luján Felíu-Pascual[1], Rubén Limiñana[1,2] y Asunción Menargues[1,2]

[1]Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante.
[2]Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías. Universidad de Alicante.
E-mail: isa.lujan@ua.es

RESUMEN

Ante el grave problema de residuos que tenemos, debido a un sistema de consumo insostenible, se hace necesario, a través de la educación, conocer las acciones que la ciudadanía puede realizar para mejorar la situación actual del planeta. Para conseguir la adquisición de conocimientos relacionados con problemas ambientales, es necesario que el profesorado esté formado en este aspecto, pero los docentes presentan algunas carencias y necesitan herramientas y destrezas para formar a su alumnado. El objetivo de este trabajo es conocer el punto de partida de los maestros para identificar áreas de mejora y así trabajar en la formación en activo, de modo que se puedan implementar con éxito los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del alumnado para contribuir a reducir esta problemática ambiental.

Palabras clave: consumo responsable; desarrollo sostenible; educación ambiental; formación profesorado; residuos.

INTRODUCCIÓN

Según datos del Instituto nacional de Estadística (INE, 2017), la economía española generó en el año 2016 un total de 129 millones de toneladas de residuos, un 0.1% menos que el año anterior, aunque en los hogares se

generaron un 4.5% más de residuos que en el año previo. De todos estos residuos generados en los hogares, sólo el 21.2% de residuos del total nacional se recogen separadamente, mientras que, en la Comunidad Valenciana, sólo ocurre con el 14.1% de éstos. Estos datos alarmantes de recogida de residuos han producido un cambio relevante en la política de la gestión y producción de residuos, así como una normativa más restrictiva que implica un mayor compromiso ciudadano.

En el año 2019 se impulsaron desde diversas instancias internacionales, nacionales y autonómicas la necesidad del cambio de hábitos en los ciudadanos para fomentar una economía circular en la que la reducción de la producción de residuos es uno de los ejes fundamentales: la Comisión Europea adoptó un informe exhaustivo sobre la aplicación del "Plan de Acción para la Economía Circular"; España se encuentra inmersa en el "Programa Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR): 2016-2022" según se recoge en la resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural; y la Comunidad Valenciana adoptó el Decreto 55/2019, de 5 de abril, del Consell, por el que se aprueba la revisión del Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana, el cual está asociado a la transición hacia un nuevo modelo de gestión de residuos, basada en los principios de la Economía Circular que contempla las políticas orientadas al "residuo cero". Todos estos planes y programas inciden en el papel de la educación como base para lograr el cambio de paradigma y fomentar hábitos de consumo responsable y desarrollo sostenible en materia de residuos. En concreto, la población escolar es un objetivo prioritario en las políticas de sostenibilidad de todos los planes de residuos, ya que el entorno escolar como fuente inagotable de situaciones de aprendizaje para la sostenibilidad (Franquesa, 2006).

Para que los ciudadanos sean conscientes de su papel en esta nueva economía, es prioritario que estos comiencen a formarse en temáticas de sostenibilidad y, en concreto, de economía circular. Los docentes, quienes tienen en sus manos la responsabilidad de cambiar los hábitos sobre el comportamiento de la sociedad respecto a esta temática, pueden no sentirse lo suficientemente preparados, tanto en lo que respecta a conocimientos como en la manera de trasladar estos conocimientos al aula y orientar la educación en esta línea. Los docentes pueden contribuir con ello a un progreso social y ambiental, puesto que lo que piensa y sabe el profesorado, concretamente sobre el desarrollo científico, tecnológico, social y ambiental, es considerado un factor de influencia fundamental en su práctica docente y muy vinculada con la alfabetización científica y tecnológica de los futuros ciudadanos (Porlán et al., 2010).

Según Maestre Jiménez et al. (2017) existe una falta de conocimientos en el campo de los residuos en todos los niveles educativos y en especial en el profesorado en activo y en formación. Esto resalta la necesidad de realizar estudios de investigación en la didáctica de este concepto debido a su elevada trascendencia social y medioambiental en el marco de la alfabetización de los objetivos de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), así como para la formación e implicación de las futuras generaciones en la toma de decisiones para tratar de solucionar de estos problemas ambientales (Vilches y Gil Pérez, 2013).

El objetivo del presente trabajo es conocer cómo ha sido la formación inicial de los docentes de Educación Infantil y Primaria sobre la temática de los residuos, así como conocer qué hacen en sus clases habitualmente sobre esta temática y las dificultades que encuentran para trabajarlo en sus clases. Este trabajo es parte de un estudio más amplio, uno de cuyos objetivos era analizar la formación inicial de los maestros para poder intervenir en este aspecto desde la universidad; por esto no analizamos aquí la formación permanente o en ejercicio del profesorado.

METODOLOGÍA

Se ha realizado un cuestionario *online* formado por siete preguntas de respuesta abierta (Tabla 1), para obtener información sobre la formación universitaria de los maestros en activo, conocer qué importancia dan ellos a la temática de "los residuos y su problemática", identificar posibles herramientas didácticas que utilizan

en la actualidad para desarrollar este tema en sus clases, así como identificar las dificultades con las que se encuentran y qué contenidos necesitarían conocer para mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje sobre este tema con su alumnado.

Se ha utilizado la validación de caso único para el cuestionario utilizado, una aplicación especial del cuestionario a una persona "de confianza" que tenga las mismas características de los destinatarios del cuestionario. Se le pide, en primer lugar, que complete el cuestionario en voz alta, tanto en la lectura de este como en los pensamientos que pasen por su mente, así como en la respuesta. Cuando lo acaba se le solicita su opinión sobre el conjunto de cuestionario y las diferentes preguntas: facilidad de contestarlo, extensión, preguntas confusas, delicadas, etc. En la validación, se aplicó a dos maestras en activo, una de Educación Infantil y otra de Primaria, y las mejoras propuestas se analizaron e incorporaron al cuestionario definitivo.

Tabla 1. Ítems utilizados para valorar la formación de los maestros en activo

ÍTEM	ENUNCIADO DEL ÍTEM
1	¿Recibiste alguna formación sobre residuos durante tu etapa de estudios en la universidad?
2	Si tu respuesta es Sí ¿Podrías tratar de recordar qué aspectos se trataron?
3	¿Tratas la temática de los residuos en clase?
4	¿Por qué motivo tratas/no tratas el tema en clase?
5	Si tratas la temática de los residuos en clase ¿con qué tipo de material didáctico trabajas?
6	¿Qué dificultades encuentras?
7	¿Te gustaría aprender algo más sobre los residuos? ¿sobre qué contenidos?

Este cuestionario ha sido contestado por 58 docentes de Educación Infantil (40% de ellos) y Primaria (60%), pertenecientes a 11 centros educativos. De éstos, el 67% finalizó sus estudios antes del año 2000 y el 33% entre el año 2000 y la actualidad. A partir de las respuestas dadas por los maestros a estas preguntas, se han categorizado éstas y se ha calculado el porcentaje de respuestas que pertenecen a cada categoría definida.

RESULTADOS

El 86% de los docentes en activo afirma que no recibió formación sobre residuos en su etapa universitaria, y sólo el 7% de ellos (cuatro maestros) recuerda haber tratado la problemática en clase durante su etapa de estudiante, tres de los cuales han sido maestros formados entre los años 2015 y 2018.

Aunque los maestros en activo no hayan tenido formación inicial sobre la temática, la mayoría de ellos la trata en clase siempre (77%) o a veces (21%), y sólo un 2% afirma no tratarla nunca; si distinguimos por etapas formativas, el 80% del profesorado de primaria lo trata siempre, frente al 74% del profesorado de infantil. Entre los motivos para abordar la temática en sus clases, como se observa en la Figura 1, la mayoría de los maestros (41%) piensan que es "un tema relevante de concienciación social en el que se debe educar a las nuevas generaciones", seguido del "inculcar el respeto y la responsabilidad hacia el mundo en el que vivimos" (13%) y la "necesidad de fomentar hábitos desde edades muy tempranas" (12%). Otros motivos menos mencionados son "ayudarles a cambiar hábitos sobre la selección de residuos y el reciclaje" (6%), así como que es importante para "dar una nueva vida a los residuos" con talleres por ejemplo (4%). El 6% de los maestros trata el tema porque "entra en el temario", lo que contrasta con el 4% para los que es fundamental porque "constituye un eje del Proyecto de Centro". Cómo anecdótico, destacamos la respuesta de un maestro que dice que trata la temá-

tica porque "vienen del Ayuntamiento a dar talleres". En el sentido más positivo, destacan algunas respuestas como: "me preocupa como docente el planeta" o "es un compromiso personal", demostrando su implicación personal.

Han sido nueve los maestros que dicen no abordar la temática en el aula o no abordarla a veces, y las razones que exponen mayoritariamente (seis de ellos) son "la falta de formación" y "desconocimiento del tema"; otras respuestas al respecto son la "falta de materiales en el aula", "falta de tiempo" o sólo "lo trato si aparece en los contenidos".

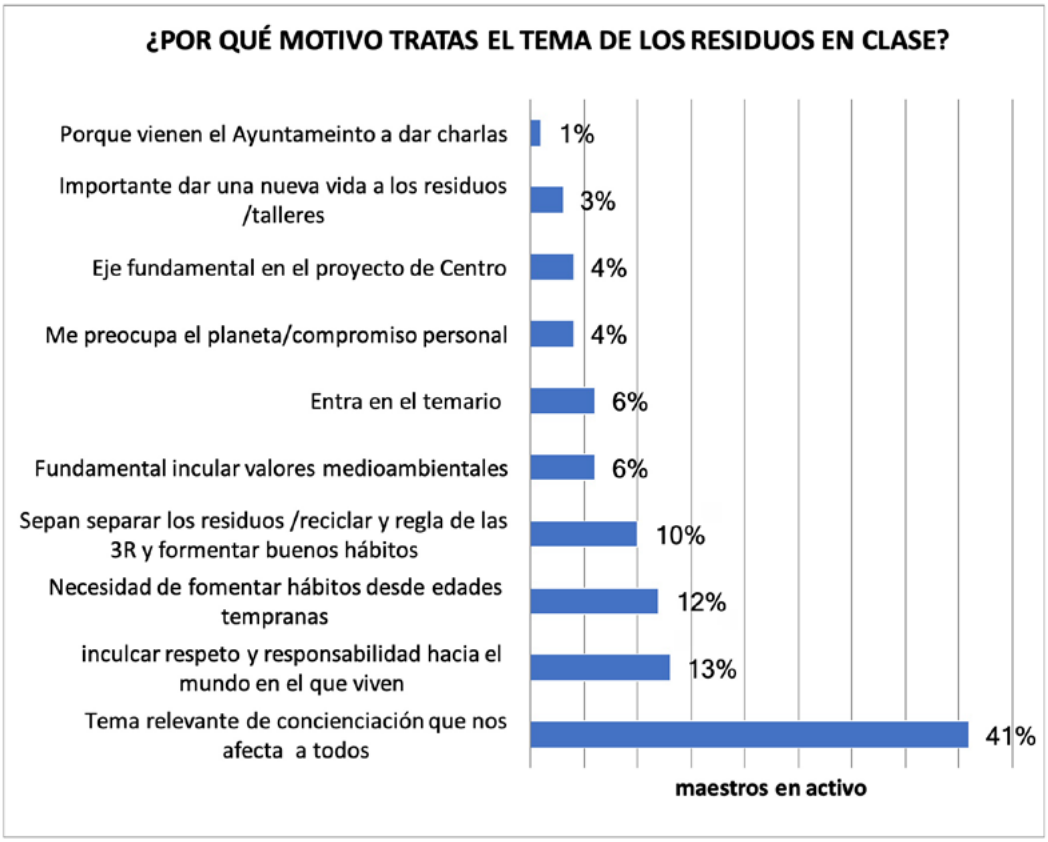


Figura 1. Porcentajes de los diferentes motivos expuestos por los docentes para abordar el tema de los residuos en su clase

Las principales dificultades con las que se encuentran las y los maestros para abordar la temática se pueden observar en la Figura 2. El 30% de ellos se encuentran con la dificultad de que en su centro no existen contenedores de recogida selectiva, por lo que por mucho que motiven al alumnado para separar, no tienen contenedores para poder depositarlos en el centro; como ejemplo, destacamos la siguiente respuesta de una profesora: "soy yo, como profe, la que me encargo de tirarlos a su contenedor correspondiente en la calle", "el personal de servicio y limpieza tampoco está concienciado". Otro de los motivos que suponen una dificultad para el profesorado a la hora de abordar el tema es su falta de conocimientos y de recursos (28%); según ellos "existe una falta de formación por parte de los centros hacia los maestros y las familias", "me cuesta distinguir lo que va a cada contenedor", "hay mucha variedad de residuos", "no sé donde depositar algunos de ellos", suelen ser comentarios explicativos. Como una de las dificultades a las que se enfrentan los docentes también destaca la falta de conciencia social y familiar (24%): "falta de colaboración de las familias", "muchas familias no saben dónde está el contenedor de plástico", "en sus casas no se separan", "tenemos que luchar con las familias para que se unan", "sería necesario formar también a las madres y padres". En menor medida el profesorado ve como dificultad a los propios compañeros del centro (9%). Destaca la opinión de una maestra sobre la coherencia

entre la educación en los centros educativos y lo que ocurre en la sociedad: “falta más conciencia por parte de personas que tienen cargos públicos y son responsables de la gestión de temáticas que afectan a la población, ya que en numerosos centros públicos (centros de salud, espacios públicos, escuelas), parece complejo reciclar ya que no se disponen de los medios necesarios para ello (información básica, contenedores, etc.); los niños cuando se enfrentan a estas situaciones no encuentran respuesta a lo que deben hacer: su maestra y el colegio les explica unas cosas, mientras que en su familia y los lugares públicos que frecuentan estas normas son otras, lo que supone una dificultad para la comprensión del alumnado cuando se enfrenta a incoherencias”.

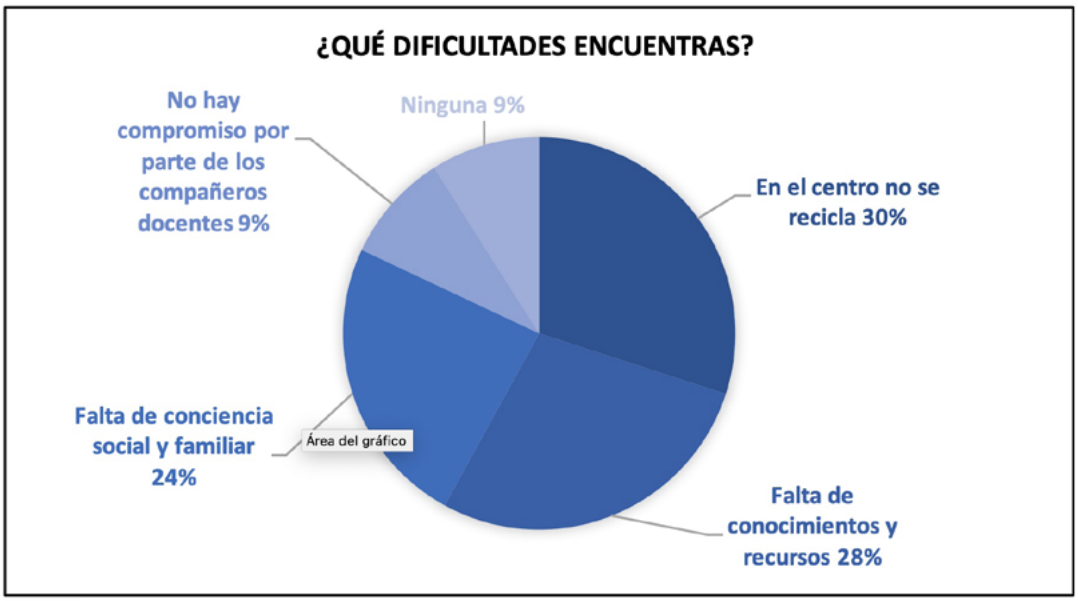


Figura 2. Principales dificultades observadas por los maestros en activo a la hora de tratar el tema de los residuos en el aula

Respecto al material didáctico y herramientas que utilizan los y las maestras para abordar la temática (Figura 3), destaca en primer lugar el material audiovisual (el 37% de los docentes lo utiliza), los contenedores o cajas para reciclaje en las aulas (19%), así como “juegos, marionetas, cuentos y canciones” que son utilizados por un 11% del profesorado, íntegramente de Educación Infantil y primer ciclo de Primaria; el 8% de los y las maestras utiliza material realizado por ellos mismos, mientras que los residuos reales del almuerzo u otros residuos, así como los talleres que realiza el Ayuntamiento u otros especialistas son mencionados en ambos casos como recurso didáctico por el 6% de los docentes. El uso del libro de texto (6%) no es un recurso utilizado mayoritariamente, así como tampoco lo son los talleres realizados con material reciclado (5%). Destaca una respuesta de un maestro en la que no utiliza ningún material por falta de presupuesto.

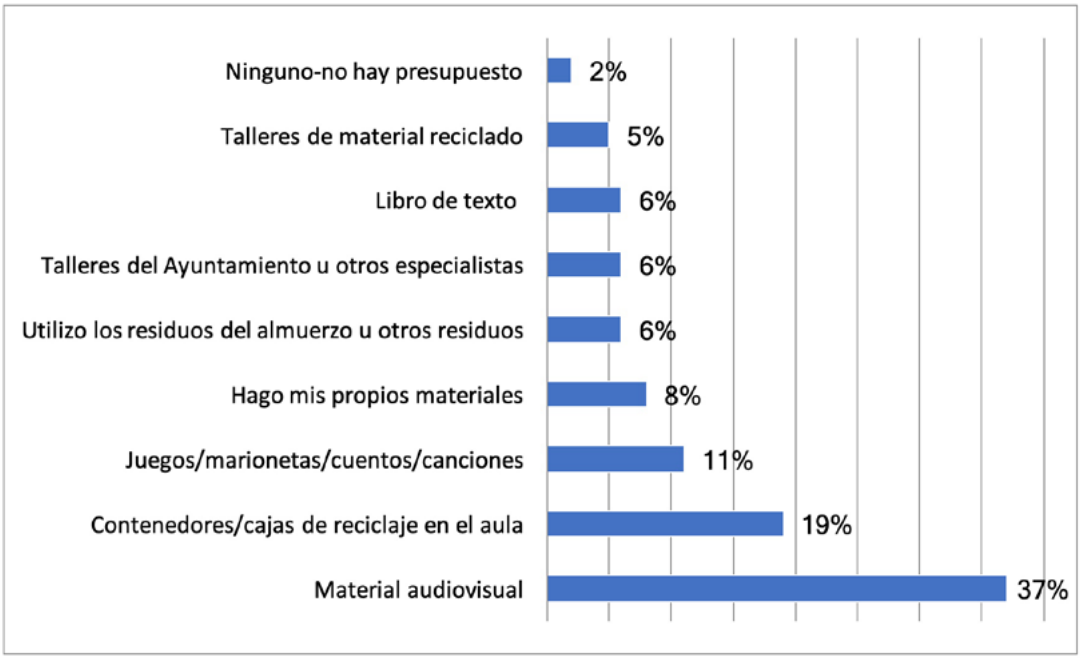


Figura 3. Materiales y herramientas didácticas que suelen utilizar los docentes para abordar la temática de los residuos en el aula

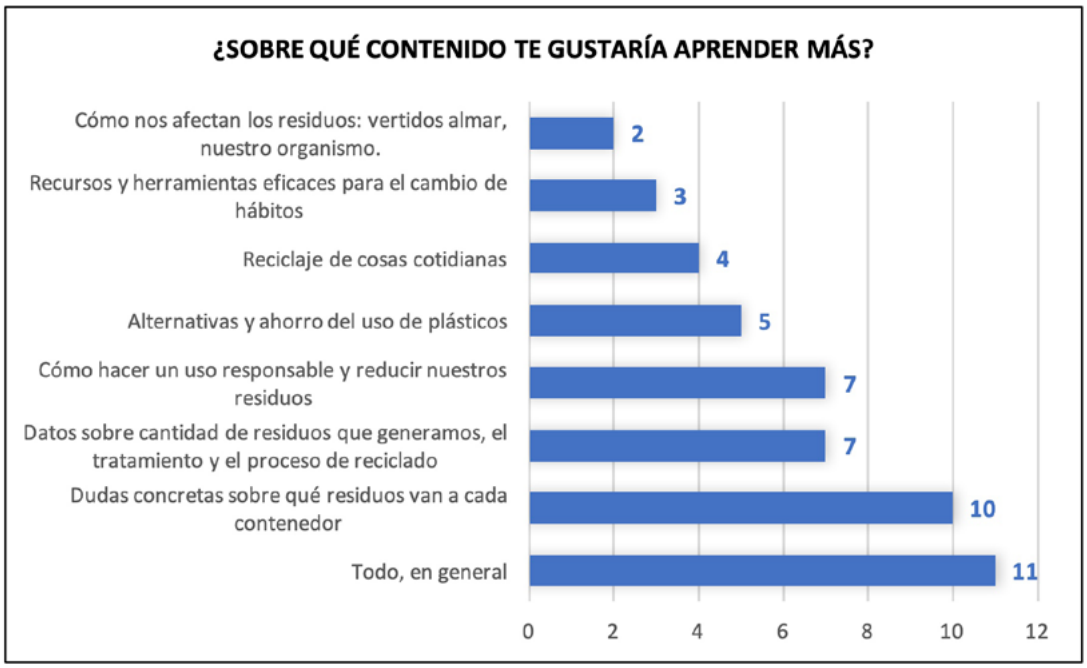


Figura 4. Aspectos mencionados por los profesores en activo sobre los que querrían conocer más para poder trabajar mejor el tema de los residuos en clase

De los 58 maestras y maestros encuestados, 57 dijeron que querían conocer algún contenido concreto sobre la temática de los residuos y 49 de ellos mencionaron específicamente los contenidos sobre los que les gustaría adquirir mayor formación (Figura 4). A 11 de ellos les gustaría aprender de todos los contenidos en general, como mencionan los que dicen que "nunca está de más aprender" o que "me gustaría saber conocer bien lo verdaderamente básico y esencial"; a 10 de ellos sobre los residuos que van a cada contenedor; a siete de ellos

le gustaría tener más información técnica sobre los residuos (datos de producción, sistemas de tratamiento, valorización y proceso de reciclado), destacando que los docentes que demandan estos contenidos tienen formación en magisterio de primaria (cuatro docentes) y licenciaturas en ciencias (tres docentes). También siete de los maestros quieren conocer información sobre el uso responsable de los recursos y la reducción de residuos, seguido de alternativas y ahorro de plásticos (cinco de ellos), reciclaje de cosas cotidianas (cuatro docentes) y herramientas eficaces para producir cambio de hábitos en el alumnado (tres docentes). Destacamos que 10 maestros que han respondido a contenidos concretos, mencionan que es necesario aumentar su formación sobre esta temática y realizar una puesta al día continua.

CONCLUSIONES

Los retos actuales respecto a la gestión de los residuos y las implicaciones en el comportamiento ciudadano hacen necesaria una mayor formación de la ciudadanía para asumir el reto del cambio hacia una economía circular. Como actores clave en la formación ciudadana, la mayor dificultad con la que se encuentran las y los maestros respecto a este tema es que se lleve a cabo conjuntamente en todo el centro educativo y, la segunda dificultad, la formación que tienen, habiendo reconocido previamente la importancia de tratar este tema en clase. Todos y cada uno de los profesores, especialistas, padres y alumnos tienen que estar muy involucrados y concienciados respecto a este tema y realizar un gran esfuerzo para llevarlo a cabo. Respecto a la segunda dificultad, la formación de los propios docentes, éstos demandan cursos formativos, herramientas didácticas sencillas pero eficaces y el apoyo de los centros para desempeñar esta labor, de tal forma que les permita saber actuar y tener los conocimientos esenciales para poder transmitirlos a sus alumnos de manera correcta. Si bien la escuela constituye el espacio más adecuado para adquirir cambio de hábitos de consumo y promover actitudes críticas frente a los graves impactos ambientales, los maestros no se sienten suficientemente formados para llevar a la práctica estas temáticas en sus aulas desde orientaciones innovadoras, a pesar de que consideran relevante la conservación de nuestro entorno en la etapa de infantil y primaria (Lindemann-Matthies *et al*. 2011 en Jaén 2019).

Los maestros en activo también son conscientes de que es necesaria su implicación actitudinal consciente, ya que están transmitiendo con su ejemplo los buenos hábitos a sus alumnas y alumnos y, puesto que estos temas deben ser apoyados en casa por las familias, también demandan cursos de formación para padres, madres y el personal de administración y servicios para que también sean conscientes de esta problemática.

En resumen, este trabajo nos ha permitido conocer áreas de mejora en la formación inicial de maestros sobre la temática de los residuos y detectar necesidades de formación continua para los docentes en activo. En función de los resultados obtenidos, creemos que hay tres áreas importantes para la mejora en la enseñanza de este tema en Educación Infantil y Primaria: (1) mejorar la formación de los maestros, lo cual se podría hacer en su formación inicial o mediante planes de formación permanente de los docentes; (2) facilitar materiales didácticos que apoyen la labor de los docentes y faciliten la comprensión de conocimientos tanto a ellos como a su alumnado; y (3) proponer acciones educativas que se extiendan más allá de lo visto en clase, como por ejemplo, implicando a las familias en estos temas, pudiendo trasladar lo aprendido a clase a la vida diaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto 55/2019, de 5 de abril, del Consell, por el que se aprueba la revisión del Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, 8536, de 26 de abril de 2019, 19686-19753. Recuperado de: https://www.dogv.gva.es/es/eli/es-vc/d/2019/04/05/55/

Franquesa, T. (2006). El valor de la sostenibilidad. En La sostenibilidad un compromiso de la Escuela (pp. 13-20). Barcelona: Graó.

INE (2017). *Estadísticas sobre recogida y tratamiento de residuos. Residuos urbanos: Serie 2010-2017*. Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de: https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t26/e068/p01/serie/&file=02003.px&L=0

Jaén, M., Esteve P., Banos-Gonzalez, I. (2019). Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16 (1), 1501 (1-17)

Maestre Jiménez, J., Martínez Borreguero, G. y Naranjo Correa, F. L. (2017). Análisis del conocimiento de residuos del profesorado de Educación Secundaria en formación. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario (2017)*, 5665-5671.

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.

Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. *Boletín Oficial del Estado*, 297, de 12 de diciembre de 2015, 117395 a 117397. Recuperado de: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-13490

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la Química y la Educación Química están contribuyendo. *Educación Química*, 24 (2), 199-206.

CF.69 Investigación-Acción en la formación inicial de maestros de infantil para el diseño de actividades innovadoras en educación científica

Genina Calafell, Neus Banqué

Departament d'Educació Lingüística i Literària, i Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica de la Universidad de Barcelona. Departamento de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentales de la Universitat Autònoma de Barcelona. genina.calafell@ub.edu

RESUMEN

La investigación surge de la necesidad en la formación inicial de Maestros en Educación Científica de incorporar una perspectiva menos tradicional y más acorde a los contextos de la escuela en la etapa 0-6 basada en la experimentación y el aprender ciencia desde el hacer. Desde esta premisa se presenta una investigación-acción de una asignatura de didáctica de las ciencias experimentales para reformular el programa poniendo hincapié en una actividad concreta, la Feria de Ciencias. Como resultado se obtiene una metodología que favorece el diseño de actividades desde cuatro elementos claves: la definición de un fenómeno del mundo, la formulación de preguntas mediadoras, la incorporación del diálogo disciplinario y la evaluación como regulación. Así como orientaciones para transferir la experiencia a otros programas similares.

Palabras clave: Educación científica, Educación infantil, espacios didácticos de aprendizaje, formación maestros, Feria Ciencias.

INTRODUCCIÓN

La formación de Maestros en educación infantil tiene, en nuestra opinión, el reto de concebir que la enseñanza y aprendizaje de la infancia se da en la comunidad de la familia y de la sociedad, y que la escuela es una institución que debería estar abierta y conectar con las familias y las comunidades sociales de los niños y niñas. A la vez los estudiantes, como futuros maestros, deberían aprender a diseñar y planificar actividades de didáctica de las ciencias desde esta perspectiva sin renunciar el pensar, el hacer y el representar de la ciencia escolar.

La investigación que se presenta persigue comprender y transformar un programa de Didáctica del conocimiento del medio natural y social del Grado de Maestros en el que dichas autoras participan como docentes desde la perspectiva expuesta. Una investigación-acción llevada a cabo a lo largo de ocho cursos académicos en torno a una actividad concreta del Programa: la Feria de Ciencias (en adelante FC). En esta propuesta los estudiantes diseñan y presentan una actividad de enseñanza de las ciencias experimentales. En este contexto nos preguntamos ¿Cuales son los aspectos esenciales de un programa de formación inicial de maestros que rete a los estudiantes a crear actividades de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias abiertas e innovadoras para la enseñanza de las ciencias?

MARCO TEÓRICO

La forma clásica y tradicional de aproximarse a la ciencia desde el siglo XVII se enmarca en un enfoque determinista, de lógica mecanicista y racionalidad cartesiana. En la que los hechos y fenómenos del mundo se estudian desde una parcelación en pequeñas partes permitiendo analizar lo concreto (Izquierdo, 2004). Una perspectiva que si bien ha permitido avanzar y contribuir al desarrollo de la ciencia y el conocimiento presenta limitaciones para interpretar, pensar y actuar ante los fenómenos del mundo, los cuales son complejos y responden a procesos que son cambiantes y efímeros (Bonil y Calafell, 2006).

La ciencia escolar (Izquierdo et. all., 1999) propone una educación científica que huye de planteamientos reduccionistas para desarrollar un pensar, un hacer y un comunicar de la ciencia que se retroalimentan entre ellos. La relación entre el pensar, el hacer y el comunicar construye conocimiento ya que se hace lo que se piensa, se piensa sobre lo que se hace, se comunica el que se piensa, se piensa sobre el que se comunica…etc. Una enseñanza y aprendizaje de las ciencias que construye un conocimiento científico asumiendo los modelos teóricos que relacionan las ideas principales del campo científico (Izquierdo, et. all., 1999). En el caso de la formación de maestros en Educación Infantil trabajamos el modelo ser vivo, el modelo materia, el modelo universo y el modelo energía. Unos modelos teóricos que tienen significado para el alumnado cuando se conectan con sus contextos cotidianos para comprender e interpretar el mundo. Unos procesos de enseñanza y aprendizaje que vinculan las experiencias de los aprendices y su medio de desarrollo con los modelos teóricos de la ciencia y aporta el gozo de descubrir el mundo desde una perspectiva científica.

La conexión del pensar, el hacer y el comunicar de la ciencia implica potenciar contextos de aprendizaje en los que la participación directa de los niños y niñas con el fenómeno a comprender permite conectar sus experiencias y sus ideas con los modelos científicos. Unos contextos en los que el diálogo, la formulación de preguntas, la indagación de evidencias y datos, la expresión comunicativa, las emociones y los retos intelectuales y sociales son procesos esenciales para construir explicaciones y conocimiento. Una ciencia escolar que puede nutrirse de visiones emergentes como la reconceptualización de los espacios educativos e incorporar los espacios didácticos de ciencias como contextos donde el alumno es un sujeto activo y socializa, investiga y delibera su aprendizaje. Unos espacios didácticos que pueden ofrecer oportunidades para tocar, sentir, estimular la curiosidad e incentivar la generación de preguntes para encontrar respuestas (Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016)

Para promover una ciencia escolar en las primeras etapas de la escuela es necesario cuestionarnos como for-

mamos a los futuros maestros de educación infantil. En este sentido debemos no únicamente superar la visión clásica de ciencia de la mayoría de los estudiantes sino también que arrinconen sus experiencias escolares de enseñanza de las ciencias asociadas a un modelo didáctico transmisivo y con una fuerte carga emocional negativa (Bonil y Márquez, 2009). Unos futuros maestros de Educación infantil que muestran dificultades para diseñar actividades libres y más predisposición para diseñar actividades dirigidas (Cruz-Guzman y García-Carmona, 2020).

Una enseñanza de las ciencias que asume que el conocimiento forma parte del desarrollo de la persona y permite desarrollar nuevas capacidades gracias a la adquisición de criterios que permiten tomar decisiones. Es decir, una educación científica que sin ser dogmática incorpore los valores sociales y culturales para afrontar los retos que se nos presentan como sociedad para participar de la intervención y la transformación social.

METODOLOGÍA

Contexto de la investigación

El contexto es la asignatura Didáctica del Conocimiento del Medio Natural y Social en Educación Infantil, del Grado de Educación Infantil de la Universidad en la que imparten docencia las autoras. Una asignatura obligatoria del tercer curso del grado y que se realiza en paralelo en dos grupos (de unos 80 alumnos aproximadamente cada uno) y combina sesiones de teoría con sesiones prácticas.

Según la programación de la asignatura, a partir del conocimiento y el análisis de situaciones concretas se plantea que los alumnos diseñen nuevas situaciones de enseñanza y aprendizaje del área de Descubrimiento del entorno en la Educación Infantil. Al finalizar la asignatura los alumnos, por grupos de trabajo, deben haber diseñado una actividad de Educación científica que formará parte de la FC para trabajar las Ciencias en Educación Infantil. Esta actividad concluye la asignatura y pretende que los futuros docentes reflexionen y evalúen su diseño y lo mejoren. Una actividad que en el curso 2011-2012 se compartía entre alumnado de la misma asignatura y que, actualmente, se desarrolla de forma abierta y participativa con familias.

Diseño de la investigación

Desde el curso 2011-2012 como profesoras de la asignatura, nos damos cuenta de la importancia que toma la sistematización de los cambios que vamos incorporando en el diseño de la actividad para la FC. De forma natural cada nuevo curso académico, nos encontramos inmersas en un proceso reflexivo y dinámico que vincula la investigación de lo que ha sucedido en la edición anterior, la acción que nos supone la incorporación o consolidación de mejoras y la formación que implica todo ello para la propia práctica profesional. En este contexto la Investigación-Acción (IA) guía nuestro proceso de cambio y de toma de decisiones sobre la FC.

La investigación-acción (en adelante IA) es un proceso reflexivo que vincula dinámicamente la investigación, la acción y la formación, realizada por profesionales de la educación en relación con su propia práctica. Se lleva a cabo en equipo y pretende: (1) el desarrollo profesional permanente, (2) la mejora de la práctica social y educativa y (3) una mejor comprensión de los procesos sociales y educativos (Bartolomè, 2000).

La práctica educativa que es objeto de investigación-acción debe articular a la perfección la actividad reflexiva y la acción transformadora, la innovación y la investigación, la construcción de la realidad y la recogida de observaciones con intención de una reflexión posterior (Carr y Kemmis, 1988). Una buena visualización del proceso y de los momentos que incorpora esta metodología de investigación, se presenta en la Figura 1.

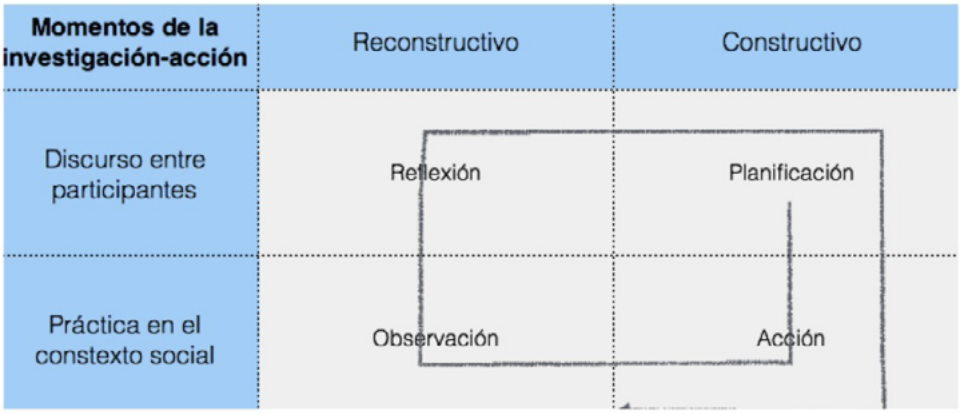


Figura 1. Momentos de la investigación-acción.

Así pues, la IA es una forma de indagación auto reflexiva que emprende los participantes en situaciones sociales para mejorar la racionalidad y la justicia de sus prácticas, la comprensión de éstas y de las situaciones e instituciones en que se producen (Car y Kemmis, 1988).

En el contexto de la IA que planteamos, en el marco de la asignatura de Didáctica de conocimiento del Medio natural y social en Educación Infantil, los momentos claves que explican la espiral del cambio de la Investigación-Acción son (Figura 3): (1) Planificación de la FC: los estudiantes diseñan una actividad científica para la FC; (2) Acción y desarrollo de la Feria de ciencias: los estudiantes llevan a cabo la actividad diseñada en la Feria; (3) Observación del funcionamiento de la FC: se observa el desarrollo de las actividades; (4) Reflexión en torno a la FC: se reflexiona con los agentes implicados estudiantes y docentes de la asignatura de forma sucesiva y continuada.

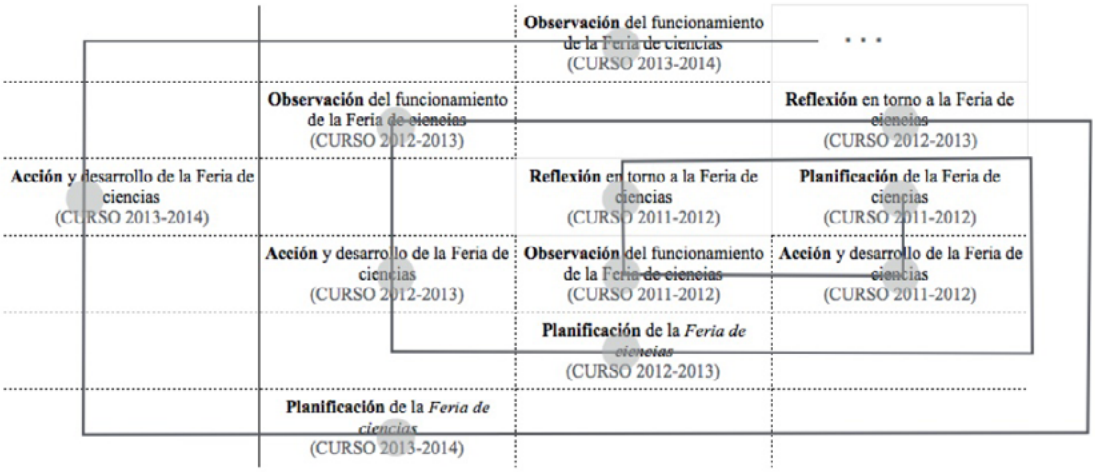


Figura 2. Espiral cambio de la IA en la FC.

A continuación, se describe la concreción de espiral del cambio, a lo largo de las ediciones de la FC en los cursos académicos de la asignatura mencionada (Figura 3, 4,5,6,7,8,9 y 10). En el curso 11-12, la FC se realiza entre estudiantes de la misma asignatura y al observar la potencialidad del aprendizaje y reflexión de implementar la actividad diseñada en el curso 12-13 se planifica la FC con la participación de estudiantes de cuarto. Al fracasar esta acción y sin renunciar al propósito se planifica para el curso 13-14 la realización de la FC en un espacio exterior e se invita a familias de la escuela cercana a la universidad. Una acción que se observa

exitosa pues las familias y los niños y niñas se interesan mas por las actividades de ciencias mas novedosas y abiertas que por las propuestas más tradicionales. Entre los cursos 13-14 y 14-15 se implanta la rúbrica de coevaluación y se observa ésta como un buen instrumento para la evaluación de actividades de otros grupos y la autorreflexión incorporando aspectos más innovadores. A partir del curso 13-14 se proponen, se desarrollan y se observan diferentes estrategias metodológicas y pautas de trabajo para los estudiantes con el fin de encontrar la propuesta que fomente más el diseño de actividades no tradicionales.

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2011-2012	Importancia de las preguntas y los materiales en el diseño de la actividad. Los estudiantes se organizan en grupos de trabajo,	Exposición simultánea de las actividades en las distintas aulas. Participación de la comunidad de profesores de didáctica de las ciencias. Los estudiantes desarrollan la actividad diseñada a sus a compañeros de asignatura.	El alumnado aprende por vía doble: del diseño de su actividad y de la participación en las actividades de la Feria. Las actividades son muy escolares.	Necesidad de dialogar entre una actividad escolar y una actividad lúdica e innovadora para abrir la Feria de ciencias a la comunidad universitaria.

Figura 3. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2011-2012

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2012-2013	Importancia de tomar como punto de partida un fenómeno del mundo y un contexto significativo para la infancia en el diseño de la actividad.	Participación de la comunidad universitaria, que actúa como evaluador externo: estudiantes de 4º del mismo Grado universitario y profesorado de didáctica de las ciencias.	Fracaso en la evaluación de los estudiantes de 4º curso (criterios aleatorios y muy estrictos). Dificultad de desarrollo, aplicación y evaluación de la actividad diseñada para infantes de 3-6 años al realizarse con en la Feria con alumnado universitario.	Necesidad de crear un instrumento de evaluación incorpore la perspectiva de autoevaluación del aprendizaje. Necesidad de abrir la Feria a la comunidad no universitaria para que las actividades sean más abiertas, lúdicas, innovadoras y se apliquen de forma más realista.

Figura 4. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2012-13

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2013-2014	Importancia de diseñar una actividad de educación científica a partir del concepto de *espacio didáctico*. Construcción cooperativa entre los estudiantes de un instrumento de evaluación: la Rúbrica de coevaluación de la Feria de ciencias.	Exposición de las actividades de la Feria de Ciencias en la plaza pública de la Facultad de Educación. Invitación y participación de las familias de un centro educativo anexo al campus universitario. Las estudiantes desarrollan la actividad diseñada con las familias, la comunidad universitaria y sus compañeros. Los estudiantes se coevaluan con la rúbrica para mejorar su actividad en un futuro.	Los estudiantes aprenden por vía doble: del diseño de su actividad y de la participación de familias en las actividades. El diseño de actividades a partir de espacios didácticos favorece crear actividades contextualizadas, con materiales, recursos y procesos de aprendizaje más creativos Doble evaluación: la rúbrica de coevaluación formativa y la práctica de	Se fortalece los espacios didácticos como metodología para diseñar actividades de educación científica más abiertas e innovadores. Buena valoración y funcionamiento del instrumento de evaluación: rúbrica de coevaluación. Gran presencia de la comunidad no universitaria que fortalecen el objetivo de la Feria.

Figura 5. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2013-2014

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2014-2015	Importancia de conectar el contexto y el fenómeno con una pregunta mediadora y una mirada interdisciplinaria de la ciencia en el diseño de espacios didácticos. Construcción cooperativa entre los estudiantes de los dos grupos de la Rúbrica de coevaluación de la Feria de ciencias.	Reforzar y potenciar las acciones del curso 13-14	La relación fenómeno-pregunta-diálogo disciplinario facilita la implementación de la actividad a familias muy diversas. La rúbrica facilita la evaluación formativa del espacio diseñado y la reflexión de los diseños de otros grupos.	Se fortalece la metodología propuesta para diseñar actividades de educación científica Buena valoración y funcionamiento de la rúbrica de coevaluación. Expectativa de la Feria de Ciencias, especialmente por las familias del centro educativo anexo a la Facultad.

Figura 6. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2014-2015

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2015-2016	Apropiación en la asignatura para el diseño de espacios didácticos en educación científica desde la metodología: fenómeno y contexto, pregunta, interdisciplinariedad y evaluación reguladora.	Consolidación de la celebración de la Feria de Ciencias en la plaza pública de la Facultad y se formaliza el vínculo con el centro educativo anexo al campus.	Los grupos de estudiantes que no han definido el fenómeno, el contexto y la pregunta durante el primer mes de la asignatura desarrollan espacios didácticos más tradicionales y menos ricos en recursos que los otros.	La necesidad de incorporar mecanismos de evaluación y tutorización más intensos al inicio de la asignatura.

Figura 7. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2015-2016

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2016-2017	Incorporación del diseño del espacio didáctico por fases: fase inicial, fase media i fase final. El documento orientativo del trabajo es el mismo en las tres fases y el grupo va reelaborando el diseño.	Diseño de 33 espacios didácticos por 33 grupos de trabajo de 4-5 estudiantes de los dos grupos de la asignatura para participar en la Feria de. Ciencias.	El proceso de diseño de los espacios didácticos parece que favorece un aprendizaje mayor y unos mejores resultados en las actividades para todos los grupos.	La necesidad de crear un elemento de comunicación y reflexión del diseño del espacio didáctico.

Figura 8. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2016-2017

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2017-2018	Se continua con el diseño del espacio didáctico por fases y en la fase final se incorpora un poster para comunicar el proceso de aprendizaje el día de la Feria de ciencias.	Diseño de 34 espacios didácticos por 34 grupos de trabajo de 4-5 estudiantes de los dos grupos de la asignatura para participar en la Feria de. Ciencias. Cada grupo elabora un póster comunicativo.	El formato poster no funciona bien para comunicar el proceso seguido por los grupos en el diseño.	La necesidad de reformular el elemento de comunicación y reflexión del diseño del espacio didáctico.

Figura 9. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2017-2018

	Planificación de la FC	**Acción** y desarrollo de la FC	**Observación** de la FC	**Reflexión** de la FC
CURSO 2018-2019	Incorporación de un artículo divulgativo del espacio didáctico diseñado	Diseño de 32 espacios didácticos por 32 grupos de trabajo de 4-5 estudiantes de los dos grupos de la asignatura para participar en la Feria de Ciencias. Elaboración de un artículo divulgativo del espacio diseñado	La elaboración individual del artículo divulgativo después de realizarse la Feria de Ciencias favorece la reflexión del alumnado entorno su proceso de aprendizaje.	Necesidad de buscar espacios más allá de la universidad para comunicar y divulgar los trabajos de las estudiantes.

Figura 10. Planificación, acción, observación, reflexión de la FC para el curso 2018-2019

RESULTADOS

La IA realizada a lo largo de ocho cursos académicos muestra que los estudiantes de formación inicial de maestros diseñan actividades más abiertas e innovadoras cuando se concreta en el propio programa una metodología de diseño coherente con la actividad innovadora, se consideran una evaluación formativa, se desarrolla la actividad con una comunidad extrauniversitaria y se reorienta el rol de las profesoras de la asignatura.

Un primer resultado es la consolidación de una metodología de diseño de actividades que se organiza a partir de cuatro pilares esenciales y que configuran un procedimiento a seguir pertinente para los estudiantes (figura 11). Estos son: (1) definición de un fenómeno del mundo, (2) formulación de una pregunta mediadora, (3) incorporación de un diálogo disciplinario y (4) la inclusión de una evaluación reguladora del aprendizaje (Figura 4). Una metodología ampliada en otros estudios (Calafell y Banqué, 2017) y que favorece que los futuros maestros se atrevan a diseñar superando modelos tradicionales de transmisión.

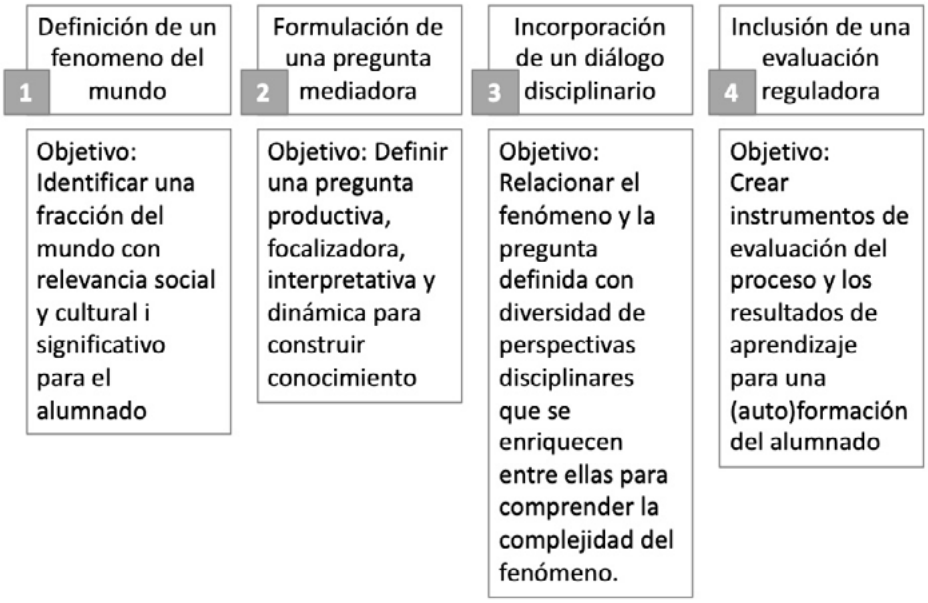


Figura 11. Propuesta de una metodología para el diseño de actividades innovadores para la FC

Un segundo resultado es la introducción de instrumentos de la evaluación formativa como la rúbrica de coevaluación (implementada en el curso 13-14, Figura 12) que favorece que los estudiantes validen con el profesorado y sus compañeras el proceso de diseño, aumentado la seguridad y la confianza a realizar actividades menos tradicionales (figura-12). En este sentido la incorporación en el curso 16-17 de un diseño global preliminar, un diseño global intermedio y uno final de reevaluación conjunta con el grupo de trabajo y el profesorado del documento favoreció el diseño de actividades más abiertas sin perder contenido científico.

CRITERIOS DE A EVALUACIÓN DE REALIZACIÓN		CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS			
		NIVEL 3 (SOBRESALIENTE)	NIVEL 2 (COMPETENTE)	NIVEL 1 (APRENENTE)	NIVEL 0 (NOVEL)
1	¿El espacio didáctico propone un fenómeno significativo para la Educación Infantil?	• contempla los intereses y las necesidades de los niños y niñas; • permite un alto nivel de reflexión; • y es relevante socialmente, para los niños y niñas y para el currículum.	• contempla los intereses y las necesidades de los niños y niñas; • permite un alto nivel de reflexión; • y es relevante o socialmente o para los niños y niñas o para el currículum.	• contempla poco los intereses y las necesidades de los niños y niñas; • permite poco nivel de reflexión; • y es relevante o socialmente o para los niños y niñas o para el currículum.	• no contempla los intereses ni las necesidades de los niños y niñas; • y no permite nivel de reflexión. • No es relevante en la Educación Infantil.
2	¿El espacio didáctico plantea una "buena" pregunta, que invita a la infancia a buscar respuestas?	• promueve la forma de pensar, hacer y comunicar de la ciencia; • tiene sentido a partir de los modelos iniciales de los niños, y permite a los niños situar-se en el modelo científico que hay detrás del espacio didáctico. • es abierta, creativa y productiva y focalizadora, y no tiene una única respuesta; • permite que los niños y niñas se formulen nuevas preguntes;	• promueve la forma de pensar o hacer o comunicar de la ciencia; • tiene sentido a partir de los modelos iniciales de los niños, pero permite a los niños situar-se de forma intuitiva en el modelo científico que hay detrás del espacio didáctico. • es abierta, creativa y productiva pero no focalizadora: no tiene una única respuesta; • a veces permite que los niños y niñas se formulen nuevas preguntes;	• Promueve muy poco la forma de pensar o hacer o comunicar de la ciencia; • tiene sentido a partir de los modelos iniciales de los niños, • es focalizadora pero promueve una única respuesta: memorística y meramente reproductiva; • No favorece que el niño y la niña se formule nuevas preguntas.	• no promueve la forma de pensar, hacer y comunicar de la ciencia; • no tiene sentido a partir de los modelos iniciales de los infantes; • y promueve una única respuesta: memorística y meramente reproductiva; • No permite que el niño y la niña se formule nuevas preguntas.
3	¿El espacio didáctico está pensado de forma que el niño y la niña construya su propio conocimiento?	• provoca la formulación de hipótesis en los niños y niñas; • permite a los niños y niñas avanzar hacia un modelo mas científico y complejo de forma autónoma.	• puede provocar la formulación de hipótesis en los niños y niñas; • puede ser que los niños y niñas avance hacia a un modelo mas científico y complejo de forma autónoma.	• casi no provoca la formulación de hipótesis en los niños y niñas; • difícilmente los niños y niñas pueden avanzar hacia a un modelo mas científico y complejo de forma autónoma.	• no provoca la formulació d'hipòtesis en els infants; • l'infant no pot avançar cap a un model més científic i complex de forma autònoma.

Figura 12. Ejemplificación de tres de los 10 criterios de evaluación de la rúbrica de coevaluación.

De la IA aflora también que, un elemento clave del programa para fomentar la innovación en el diseño de actividades fue la abertura de la FC a las familias del centro escolar próximo a la universidad en el curso 14-15 con invitación de las profesoras de la asignatura. La interacción entre las estudiantes del Grado de Educación Infantil y las familias con infancia favorece que se puedan aplicar los diseños con alumnado real y que los criterios de evaluación sean extraacadémicos – es decir la valoración directa de los niños y niñas que participan de la actividad. La realización de la FC con familias supone un reto para las estudiantes pues aprenden a ser futuras maestras de ciencias haciendo ciencias y experimentando con los niños y niñas de la escuela. En esta línea la realización de la FC en un lugar exterior visualiza la actividad y favorece que los alumnos del mismo grado de Educación infantil, pero de cursos inferiores, conozcan la propuesta que deberán realizar en tercero y participen con la expectativa que ellas también diseñarán una actividad para la FC.

Un FC que busca en los futuros maestros el diseño de actividades abiertas e innovadoras necesita de un alto grado de implicación de los docentes y del soporte de la coordinación del Grado. En este sentido es clave por parte del equipo docente no únicamente dar contenidos sino también la tutorización personalizada de cada grupo de trabajo y la capacidad de gestionar la logística de un evento de estas características con 150 estudiantes de promedio, el espacio, los materiales y la participación de las familias.

CONCLUSIONES

La investigación expuesta pensamos permite orientar a los docentes de formación inicial de profesorado en el diseño de actividades que favorecen la participación de las familias y la comunidad en el aprendizaje de la infancia 0-6. Una propuesta que invita a concebir una enseñanza y aprendizaje de las ciencias que se da en la socialización del aprendizaje, dentro la propia comunidad escolar (entre niños y niñas de distintas edades y entre diversidad de profesionales) y entre la comunidad escolar y la comunidad social (entre las familias

y la ciudadanía). Una premisa que dibuja una descentralización de los agentes educativos y la necesidad de relacionar los diferentes sectores educativos en el sí de una ciudad educadora que propone que el aprender a aprender requiere una modificación de la estructura institucional educativa tradicional. La estructura de los sistemas educativos y sociales está sometida a nuevas exigencias partir del momento en que dejamos de concebir la educación como una etapa de la vida y aceptamos que debemos seguir aprendiendo siempre (Bauman, 2008; Dubet, 2010; Tedesco, 2003).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bartolomè, M. (2000). Metodologías cualitativas orientadas hacia el cambio y la toma de decisiones. Dentro de: Mateo, J. & Vidal, MC. (2000) Métodos de investigación en educación. Barcelona: Fundació Universitat Oberta de Catalunya.

Bauman, Z. (2008, November). L'educació en un món de diàspores. Debats d'Educació, 32.

Bonil Gargallo, J.; Márquez Bargalló, C.(2009) ¿Qué experiencias manifiestan los Futuros maestros sobre las clases de ciencias? implicaciones para su formación. Revista de Educación, 354. Pp. 447-472

Bonil,J.; Calafell,G.(2006). Los retos actuales de la Educación Científica.*Praxis*, pp.25/1--25/16

Calafell, G; Banqué, N (2017). La feria de ciencias, una oportunidad para ambientalizar una asignatura de la formación inicial de maestros en educación infantil. *Enseñanza de las Ciencias (ACTAS*), pp. 3117- 3122

Carr, W.; Kennnis, S. (1988). Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona: *Martínez Roca.*

Cruz-Guzmán, M., Puig, M. y García-Carmona, A. (2020). ¿Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de Educación Infantil cuando enseñan ciencia me -diante rincones de trabajo? Enseñanza de las Ciencias, 38(1), pp.27-45.

Dubet, F. (2010). Decadència de la institució escolar i conflictes entre principis. *Debats d'Educació, 24.*

Izquierdo, M.; Espinet, M.; García, M.P; Pujol, R.M. y Sanmartí, N. (1999). "Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar*". Enseñanza de las Ciencias, núm. Extra, junio.*

Izquierdo, M.; Espinet, M.; Bonil, J. Y Pujol, R.M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la escuela*. Sevilla: Díada.

Gómez-Motilla, C. y Ruiz-Gallardo, J. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13(3), 643-666.

Tedesco, J. C. (2003). Els pilars de l 'educació del futur. *Debats d'Educació*, 1.

CF.70 El huerto ecodidáctico y el aprendizaje por proyectos: percepciones y aportes de los maestros/as en formación inicial de infantil y primaria

Elizabeth Rodriguez-Acevedo[1], Mariona Espinet[2]

[1,2] Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. elizabeth.rodrigueza@e-campus.uab.cat

RESUMEN

La investigación analiza las percepciones y aportes de los maestros/as en formación inicial del Grado de Infantil y Primaria, de la Facultad de Ciencias de la Educación, de la Universidad Autónoma de Barcelona, referentes al trabajo por proyectos (ABP) y el manejo del Huerto EcoDidáctico. Se elaboró un guión de entrevista semiestructurada, con cuatro criterios, enfocados al huerto ecológico, la metodología por proyectos (ABP), el ABP en el Huerto EcoDidáctico en la escuela y la facultad y sus propuestas. Las entrevistas fueron realizadas a una muestra intencional de quince estudiantes del 4to año de la Asignatura de Experimentación. Los resultados evidenciaron un desconocimiento en cuanto al manejo del Huerto EcoDidáctico, el dominio teórico del trabajo por proyectos e hicieron la propuesta de organizar talleres, seminarios y una asignatura obligatoria u optativa durante su formación universitaria.

Palabras clave: Formación de maestros/as, Huerto EcoDidáctico, ABP, propuesta educativa, innovación

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la utilización de los huertos como recurso de enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles educativos goza de una aceptación cada vez mayor. Esto realidad, supone que los futuros maestros/as de infantil, primaria y secundaria deben recibir formación específica en la conducción de huertos y metodologías activas.

La formación del profesorado es quizás uno de los elementos principales para tener en cuenta a la hora de intentar desarrollar una enseñanza de calidad en los distintos niveles educativos. Pese a dicha importancia, consideramos que es una asignatura pendiente y susceptible de mejora. Se busca un cambio de paradigma, un aprendizaje profundo, el uso de metodologías actives y mejorar la formación del futuro profesorado (Fernández-Arroyo, J., Puig-Gutiérrez, M. y Rodríguez-Marín, n.d.).

Uno de retos de las instituciones de estudios superiores para el siglo XXI es formar profesionales críticos e incluir en los currículos oficiales de las diferentes titulaciones contenidos ambientales con el objeto de contribuir a la formación de los futuros profesionales en las competencias básicas para el desarrollo sostenible (Barrón, Navarrete, & Ferrer-Balas, 2010).

La Universidad Autónoma de Barcelona, forma parte de la Red Universidades Cultivadas, que promueve el desarrollo de Huertos EcoDidácticos (Eugenio y Aragón, 2016) en las universidades españolas como recursos para el aprendizaje de competencias profesionales de los maestros/as y la consecución de los objetivos para el desarrollo sostenible 2030.

La pregunta que guía esta investigación, en su primera etapa, está formulada de la siguiente manera: ¿Cuáles son las percepciones y propuestas que manifiestan los maestros/as de formación inicial del Grado de infantil y primaria de la Universidad Autónoma de Barcelona, en el manejo del Huerto EcoDidáctico y la metodología del trabajo por proyectos (ABP)?

Los objetivos de este trabajo están enfocados en conocer las percepciones de los maestros/as de formación infantil y primaria sobre: (1) las experiencias en metodología ABP y huerto ecológico y, (2) el huerto como recurso pedagógico en la escuela y la facultad: potencialidades y dificultades.

La investigación se enfoca desde una epistemología relativista con una perspectiva constructivista que considera al conocimiento de carácter abierto, activo, procesual y que evoluciona (Eugenio y Aragón, 2016).

Por otro lado, el huerto es considerado por diferentes autores como un recurso de gran potencial en el contexto de la formación inicial de los futuros maestros/as y su uso ha sido el de complementar, a nivel práctico, los contenidos teóricos de asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, fundamentalmente, en Educación Primaria; haciéndose necesario utilizar métodos de enseñanza que supongan al mismo tiempo, un contenido y una estrategia de aprendizaje (Eugenio, M,; Zuazagoitia, Daniel; Ruiz-González, 2018) y, en un contexto definido (Aragón & Cruz , 2016).

Asimismo, el uso de huertos ecológicos como recurso didáctico y contexto de aprendizaje es cada vez más frecuente en España; los huertos se emplean a lo largo de las etapas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria desde distintas perspectivas y enfoques, y ofrecen una amplia diversidad de posibilidades y respuestas ante diferentes necesidades.

En algunos casos, los llamados huertos escolares, generalmente vinculados a la enseñanza de materias de ámbito científico, o bien de materias de distintos ámbitos (matemáticas, artes o tecnología, por ejemplo) desde un enfoque pluridisciplinar que exige de esfuerzos de coordinación y cooperación entre distintos profesores/as y Departamentos (Labrador et al. 2016).

El aprendizaje basado por proyectos aparece como una metodología novedosa, a pesar de que fue definida hace más de un siglo por W. Kilpatrick (1918) con la influencia de J. Dewey y E. Thorndike (Sanmartí y Marquez, 2017). Según, Suárez y Turizo (2005), el ABP permite el desarrollo de competencias investigativas y

científicas en los estudiantes, válidas para complementar en su formación integral, basados en una problemática de la vida real al considerarse un conjunto de tareas basadas en la resolución de preguntas o problemas a través de la implicación del alumno en procesos de investigación de manera relativamente autónoma que culmina con un producto final presentado ante los demás.

Eugenio y Aragón (2015, 2016); resaltan la importancia de la formación inicial del futuro profesional en el manejo del huerto escolar ecológico y la responsabilidad en despertar el interés y la motivación en los niños para conocimientos y procedimientos del método científico que permite la implementación de metodologías activas y experienciales, conectando con los conocimientos y destrezas que el alumno tiene. Su uso potencia el aprendizaje por aprendizaje por indagación, y procedimientos relacionados con el método científico.

Como recurso innovador; contribuye a evidenciar las competencias para el desarrollo sostenible, necesaria en la formación de los futuros maestros/as, debido a la emergencia planetaria que enfrentamos en la actualidad. Una educación para la sostenibilidad supone una dimensión fundamental en la formación del profesorado (Vílchez y Escobar 2014; Ceballos et al., 2014).

Po su parte, la UNESCO, en su publicación "Escuelas para el desarrollo sostenible" (2012,15); se refiere al trabajo con pedagogías EDS que estimulen a los alumnos a formular preguntas, analizar, a pensar de forma crítica y; a tomar decisiones. De acuerdo con Novo (2009). Se trata de un ámbito de actuación idóneo para poder introducir a nuestros estudiantes, futuros maestros/as, a la cultura de la sostenibilidad (Vilches y Gil, 2012), considerando, a la vez, la enseñanza y el aprendizaje basado en el contexto que se ubica como un movimiento emergente en la didáctica de las ciencias y tienen la intencionalidad de mejorar la pertinencia de la enseñanza de las ciencias, la participación de los estudiantes al incrementar su satisfacción personal y aumentar la motivación por la ciencia.

METODOLOGÍA

La muestra estructural e intencionada, estuvo formada por 15 maestros/as del Grado de Infantil y Primaria (10 maestros/as de infantil y 05 maestros/as de primaria), de la Universidad Autónoma de Barcelona, del 4to año, de la Optativa de Experimentación, de aulas y docentes diferentes, durante el mes de abril del 2019.

Como instrumento de recogida de información se utilizó la entrevista semiestructurada, de 20 preguntas abiertas, con tres criterios: caracterización del informante, percepciones (el huerto ecológico (espacio físico, experiencia previa y en la formación inicial de maestros/as), la metodología por proyectos (conceptualización, proceso, ABP en la formación inicial), la metodología por proyectos en el huerto Eco didáctico en la escuela y facultad) y los aportes de los maestros/as. Las etapas de este trabajo de investigación se observan en la Figura 1.

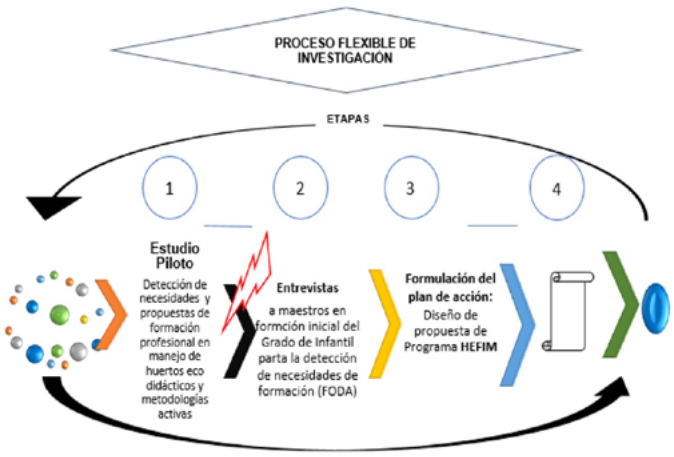


Figura 1: Etapas del proceso de la investigación: Se inició con el estudio piloto (I etapa), entrevistas a 10 maestros/as del último año de formación (II etapa), elaborar un plan de acción (III etapa) con un diseño de Programa (IV etapa).

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados del análisis por categorías y subcategorías

CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	RESULTADOS
Huerto ecológico	Espacio físico	Términos "espacio natural", "ideal para enseñar todas las materias" "desarrollar diferentes actividades", "aula libre"
	Experiencia previa	Términos "me encantaba ir huerto", "mi escuela nunca tuvo un huerto", "era agradable cosechar los tomates", "todo felicidad", "sólo iba para regar", "había un huerto hermoso en la escuela de prácticas"
	Formación maestros/as)	Términos "no hemos realizado ninguna actividad", "desconozco la existencia del huerto en la facultad", "sé que existe, pero nada más"
ABP	Conceptualización	Términos "metodología", "centrada en los niños", "activa", "requiere mucha preparación del maestro", "permite trabajo colaborativo"
	Proceso	Términos "selección del tema, planteamiento de pregunta guía, formación de equipos, "planifica e investiga el problema", "producto final"
	ABP/Formación inicial	Términos "nos dan solo teoría", "aprendí en las escuelas de práctica"
ABP y huerto eco didáctico	ABP en el huerto de la escuela	Términos "difícil de trabajar sin formación", "he visto proyectos de recuperación de semillas, el chocolate, los caracoles y hotel de insectos" "escenario ideal para proyectos", "contacto con el entorno", "experimentar", "estudiantes muy motivados"
	ABP en el huerto de la facultad	Términos "no me han explicado", "no nos han dado ningún tipo de herramienta", "recién trabajaremos un tema de huerto en experimentación"
Aportes	A nivel de asignatura	Términos "asignatura optativa u obligatoria", "enfocarse más en nuestra formación"
	A nivel de estrategias	Términos "formación desde primer a cuarto año", "desarrollar proyectos en huerto de la facultad", "añadir más prácticas", "cursos de verano", "programas", "talleres", "visitas guiadas", "pasantías", "prácticas en escuelas", "hacer proyectos en huertos de las escuelas de prácticas"
	A nivel de utilidad	Términos "recurso potente para explotar", "enseñanza y aprendizaje de ciencias", "desarrollo valores y habilidades", "lugar de experimentación", "proyectos transversales", "experiencia gratificante", "cuidar del ambiente"

Como se observa en la Tabla 1, las percepciones develadas por los maestros/as en formación inicial de infantil y primaria se han organizado en categorías y subcategorías; resaltando los términos más relevantes por cada una de ellas.

En la primera categoría (percepciones sobre el huerto ecológico) encontramos los términos: "espacio natural", "ideal para enseñar todas las materias" "desarrollar diferentes actividades", "aula libre", "me encantaba ir huerto", "mi escuela nunca tuvo un huerto", "era agradable cosechar los tomates", "todo felicidad", "sólo iba para regar", "había un huerto hermoso en la escuela de prácticas", "no hemos realizado ninguna actividad", "desconozco la existencia del huerto en la facultad", "sé que existe, pero nada más"; esto va en concordancia con los aportes de Eugenio y Aragón (2015, 2016) que consideran al huerto escolar ecológico como laboratorios vivos, porque permiten despertar el interés y la motivación en los niños, generar conocimientos y procedimientos del método científico, resaltando la observación y experimentación en el marco de una educación para la sostenibilidad.

La mayoría de los maestros/as desconocen la existencia del huerto en la facultad, pero su experiencia en la infancia, escuela y centro de prácticas, les permite definirlo como un espacio natural, donde se cultivan hortalizas o aromáticas con fertilizantes de animales, se cuida el agua y se va generando una experiencia gratificante y motivadora, para desarrollar actividades experimentales y dar una formación en valores.

En la segunda categoría (percepciones sobre el trabajo por proyectos (ABP), para la conceptualización, encontramos los términos: "metodología", "centrada en los niños", "activa", "requiere mucha preparación del maestro", "trabajo colaborativo", "nos dan solo teoría", " aprendí en las escuelas de prácticas"; esto va de acuerdo con Imaz (2014), que define al ABP, como una estrategia didáctica en la cual los estudiantes desarrollan proyectos basados en situaciones reales.

Al referirse al proceso que se sigue en el ABP, los términos expresados por los maestros/as fueron: "selección del tema, planteamiento de pregunta guía, formación de equipos, "planifica e investiga el problema", "producto final"; esto va en función de las recomendaciones de Garrigós y Valero-García lll (2012) que indican la importancia de planificar los proyectos en función del interés de los alumnos, involucrándolos en la solución del problema, el trabajo en pequeños equipos motivados hacia aprendizaje cooperativo

Sin embargo, para referirse a su formación inicial en ABP, los maestros/as expresan los término como: "nos dan solo teoría", "uno lo aprende en algunas escuelas de práctica"; para esto debemos tener en cuenta el aporte de Eugenio y Aragón (2015, 2016) que resaltan la importancia de la formación inicial del futuro profesional en el manejo del huerto escolar ecológico.

En la tercera categoría (percepciones sobre ABP y huerto eco didáctico en la escuela y la facultad); los maestros/as expresan términos como: "difícil de trabajar sin formación", "he visto proyectos de recuperación de semillas, el chocolate, los caracoles y hotel de insectos", "escenario ideal para proyectos", "contacto con el entorno", "experimentar", "estudiantes muy motivados", "no me han explicado", "no nos han dado ningún tipo de herramienta", "recién trabajaremos un tema de huerto en experimentación", evidenciando, por un lado, el trabajo por proyectos que realizan ciertas escuelas, una necesidad de otras escuelas que tienen huerto pero no trabajan por proyectos y, por otro lado, se percibe el descontento de los maestros, por la escasa formación que reciben en la facultad en relación a estos temas, pero que ya empezando a generar interés educativo dentro de las universidades (Eugenio y Aragón,2016).

En la cuarta categoría (Aportes/sugerencias), los maestros/as enuncian términos como: "enfocarse más en nuestra formación", "asignatura optativa u obligatoria"; un cambio a nivel de asignatura curricular. La "formación desde primer a cuarto año. El "desarrollar proyectos en huerto de la facultad", "añadir más prácticas", "cursos de verano", "programas", "talleres", "visitas guiadas", "pasantías", "prácticas en escuelas", "hacer proyectos en huertos de las escuelas de prácticas"; términos que hablan de propuestas a nivel de estrategias y, a nivel de utilidad: "recurso potente para explotar", "enseñanza y aprendizaje de ciencias", "desarrollo valores y habilidades", "lugar de experimentación", "proyectos transversales", "experiencia gratificante", "cuidar del ambiente", todas estas percepciones se traducen como fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que perciben los maestros/as formación muy teórica (Rekondo, Espinet y Fitó, 2012).

CONCLUSIONES

La investigación, en su primera etapa, nos ha permitido conocer, las percepciones y propuestas, que tienen los maestros/as en formación inicial del Grado de Infantil y Primaria, de la Universidad Autónoma de Barcelona, en relación con la metodología del trabajo por proyectos (ABP) en el Huerto EcoDidáctico y, las potencialidades del huerto como recurso pedagógico, en la escuela y la facultad, expresadas en términos que fueron organizados en cuatro categorías.

La primera; corresponde a huerto ecológico y da cuenta de su importancia como recurso didáctico, para desarrollar habilidades relacionadas a la ciencia que generen autonomía, valoren su entorno, los alimentos saludables, el trabajo en equipo, y permitan reforzar los contenidos de educación ambiental, tanto por la experiencia previa en la infancia, escuela o en las prácticas.

La segunda, se complementa con el aprendizaje por proyectos, como metodología activa que genera un aprendizaje significativo, empoderamiento del niño y sus intereses captados de su entorno e identificados como problemáticas que requieren solución.

La tercera; fusiona la metodología del trabajo por proyectos en el Huerto Ecodidáctico. Si bien conocen la metodología por proyectos, desconocen cómo plantear una sesión, unidad o proyecto de aprendizaje en el huerto, solo conocen de manera teórica el proceso del trabajo por proyectos. Una minoría de maestros/as que tuvo la oportunidad de aprenderlo en la escuela de prácticas, relatan experiencias muy interesantes que se pudieran validar en un proyecto en el huerto de la facultad.

La cuarta, proponen que se organicen cursos de especialización en el manejo del huerto para infantil y primaria, una oportunidad para aplicar un plan de mejora y la creación de una asignatura exclusiva de huerto desde el primer al cuarto año de formación, cursos en verano, talleres, jornadas o encuentros totalmente prácticos para los que están finalizando la formación universitaria.

Finalmente, el principal aporte de esta investigación es dar a conocer una problemática que emerge de los maestros de formación inicial de infantil y primaria y que permiten abrir el diálogo, para realizar los cambios a nivel curricular, por contar con un huerto dentro de la facultad, como un recurso innovador de estrategias didáctica para las ciencias.

En función de lo anterior, si bien existen muchas investigaciones realizadas en las diferentes universidades españolas sobre huertos eco didácticos, son escasos los trabajos que muestran el trabajo por proyectos (ABP) en el huerto como contexto en la Facultad de Ciencias de Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Por lo tanto, una de las mayores proyecciones que se espera que tenga este estudio y los que vendrán a partir de él, es considerar la creación de una asignatura obligatoria sobre manejo de Huerto Eco didáctico en la formación inicial de maestros/as de inicial de infantil y primaria, haciendo uso de la metodología por proyectos (ABP) o, incluir el tema en la asignatura optativa de: Educación, sostenibilidad y consumo en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible que promueve la ONU; las Escuelas Sostenibles y Escuelas Verdes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón Núñez, L., & Cruz Lorite, I. M. (2016). Del Huerto Ecológico Universitario al aula de infantil: experiencias educativas en torno a problemas ambientales en la etapa de Infantil. *Revista Internacional de Educación Preescolar e Infantil,Volumen 2, Número 1, Pp.40-48*.

Aragón, L. (2015). El Huerto Ecológico Universitario: una propuesta educativa para trabajar por proyectos en el Grado en Educación Infantil. *Membiela, P., Casado., N. y Cebreiros, MI (Eds.). La enseñanza de las ciencias: desafíos y perspectivas*, 271-275.

Barber, M.; Mourshed, M. (2008). Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos. Santiago de Chile: PREAL.

Barrón, A., Navarrete, A., & Ferrer-Balas, D. (2010). [16] Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿ha llegado la hora de actuar? Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 7, pp. 388-399. Recuperado a partir de https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2657.

Ceballos, M., Escobar, T., & Vílchez, J. E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica. *APICE (Comp.)*, *26*, 285-292.

Ceballos M. 2016. El huerto escolar en la formación inicial de maestros. En Huertos EcoDidácticos. Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos (Eugenio M, Aragón L, coords.). Huesca: Jolube, pp. 73-77

Conde Núñez, M. C., Mariscal Díaz, P., & Sánchez Cepeda, J. S. (2018). La metodología en el trabajo de huerto escolar y coherencia con la ambientalización curricular. Análisis de una práctica docente. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, (35), 113–126.

Dewey, J. (2004). Experiencias y educación. Madrid: Biblioteca nueva de Ingenierías, A. D. L. E., & Badajoz, A. Experiencia colaborativa de huerto escolar ecológico en el IES Maestro Domingo Cáceres (Badajoz, Extremadura). *Huertos*, 67.

Eugenio, M., & Aragón, L. (2015). Cultivando en la universidad: experiencias innovadoras en torno al uso de huertos ecológicos en la formación inicial del profesorado. *Recursos educativos innovadores en el contexto iberoamericano*, 575-591.

Eugenio Gozalbo, M., & Aragón Núñez, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, *13*(3), pp. 667-679.

Ferreiro, A. A. (2018). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de la competencia digital docente en la formación inicial del profesorado. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, *17*(1), 9-24.

Francisco William, M. M., Alina María, H. M., & Elvira Patricia, F. N. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos, una estrategia para desarrollar competencias en estudiantes de Secundaria en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 458–464.

Garrigós Sabaté, J.; Valero-García, M. (2012). Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. Revista de Docencia Universitaria. REDU. Número monográfico dedicado a Innovaciones en el diseño curricular de los Planes de Estudio.Vol.10 (3) Octubre-Diciembre. Pp. 125-151

Gozalbo, M. E., Baltar, D. Z., & Ruiz-González, A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(1), 150101 -150115.

Gozalbo, M. E., & Núñez, L. A. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 667-679.

Imaz, J. I. (2015). Aprendizaje Basado en Proyectos en los grados de Pedagogía y Educación Social:"¿ Cómo ha cambiado tu ciudad?"/Project Based Learning in the degrees in Pedagogy and Social Education:" How has your city changed?". *Revista complutense de educación*, *26*(3), 679-696.

López, J. E. V., & Benavides, T. E. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en Primaria: Percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *Revista Electrónica de*

Enseñanza de las Ciencias, *13*(2), 222-241.

Martínez, A. C., & Carrillo-García, M. E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en educación infantil: cambio pedagógico y social. *Revista Iberoamericana de Educación*, *76*, 79-98.

Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible Environmental Education, a genuine education for sustainable development. Revista de educación, 2009, 195-217.

Pino-Suarez, M. (2011). Aplicación de la Metodología Aprender-Haciendo en Huertos Escolares del Municipio San José de las Lajas.

Remondo M., Espinet M. & Fitó A. (2012). Las asambleas de huerto como herramienta paratrabajar la toma de decisiones en Educación para la sostenibilidad. En *APICE* (Org.),XV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela

Ruiz, Á. B., & Rodríguez, J. M. M. (2015). Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. Foro de Educación, 13(19), 213-239.

Sanmarti, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Apice*, *1*(1), 3-16.

Suárez, D. y Turizo, L. (2015). El aprendizaje basado en proyectos una Estrategia que buscaconsolidarse en la Corporación universitaria americana. Memorias del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.

Teliz, Ronald. (2007). John Dewey: Una perspectiva de su concepción de la verdad. Areté, 19(2), 241-264.

Vílchez J.E, & Escobar T. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en Primaria: Percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *13*(2), 222-241.

Willard, K., & Duffrin, M. W. (2003). Utilizing project□based learning and competition to develop student skills and interest in producing quality food items. *Journal of Food Science Education*, *2*(4), 69-73.

CF.71 El aula invertida como estrategia didáctica innovadora en trabajos prácticos de Química Orgánica

Paula Inés Gatti, Juan Manuel Rudi, María Carolina Rey, Daniel Larpin

Departamento de Química Orgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. E-mail: pigatti@fbcb.unl.edu.ar

RESUMEN

El desarrollo tecnológico alcanzado en la sociedad ha obligado a generar nuevas estrategias didácticas basadas en TIC. El propósito de este trabajo es reconocer los efectos positivos del "aula invertida" en los trabajos prácticos de Química Orgánica. Se trabajó con estudiantes de esta asignatura, a quienes se les asignó un tema para su desarrollo mediante esta estrategia. Para analizar la valoración de esta innovación didáctica, se realizó una encuesta al estudiantado participante. Más del 80% del alumnado valoró positivamente los aspectos de utilidad, interés y motivación con respecto a la secuencia didáctica utilizada. La experiencia permitió al alumnado adquirir autonomía de trabajo y habilidades para la comunicación de resultados, gracias a la interacción entre pares y con el profesorado involucrado en la actividad.

Palabras clave: aula invertida; aprendizaje colaborativo; TIC; Química Orgánica

INTRODUCCIÓN

Las prácticas educativas del nivel universitario en el área de las ciencias naturales, que incluyen en sus planes de estudio asignaturas del campo de la química, de la física y de la biología, han sido incorporadas recientemente como objeto de estudio para la investigación en didáctica de las ciencias, con el objetivo de comprender

las dificultades del aprendizaje y en virtud de ello, diseñar nuevas estrategias de abordaje e intervención (Lorenzo, 2018). Se puede decir que el hecho de planificar y diseñar la enseñanza es inherente al acto educativo en sí mismo, cualquiera sea el nivel en el que éste se desarrolle, y como toda planificación, trae consigo, explícita o implícitamente, finalidades y valores. Planificar es un rol inherente al profesorado y de hecho constituye un desafío para los mismos lograr que el estudiantado alcance una preparación adecuada, tanto en el ámbito académico como en otros relacionados con el desarrollo de la vida. Por todo esto, resulta necesario abordar el tema de las secuencias didácticas, que se caracterizan por presentar una serie ordenada de actividades relacionadas entre sí, y pretenden enseñar un conjunto determinado de contenidos, que pueden constituir una tarea, una lección completa o una parte de esta (Fernández Marchesi y Pujalte, 2019).

En la última década, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han propiciado profundos cambios en nuestra sociedad, impacto que se hace visible en diversos ámbitos, como el económico, el político, el cultural o el social, y es en este escenario donde se propicia el desarrollo de diversos modelos pedagógicos como el "e-learning", el "b-learning" y el modelo de "aula invertida" o "flipped classroom" (García Rangel y Quijada Monroy, 2015). En el diseño de este tipo de estrategias, se modifica la estructura tradicional de una clase magistral, en donde siempre se suele avanzar de manera lineal y donde los conceptos son explicados por los docentes de manera transmisiva y los estudiantes resuelven ejercicios, incorporan conceptos y son finalmente evaluados bajo un examen convencional (Ausín, Abella, Delgado y Hortigüela, 2016). El proceso de "invertir" o "voltear" el aula significa que los estudiantes pueden abordar los contenidos disciplinares a través de diversos soportes tecnológicos y plataformas digitales y fuera del ámbito académico. Utilizando estos recursos, tanto docentes como estudiantes pueden colocar videos, archivos y otros documentos y procedimientos propios de las disciplinas en estudio, en diversos formatos y pudiendo intercambiar información a través de foros de consultas. Según Mendoza Moreira, Andrade García, Moreira Macías y Arteaga Vera (2014), modelar e implementar este tipo de estrategias innovadoras resulta de utilidad para educar al estudiantado actual, valiéndose de la utilización de herramientas ofrecidas por las TIC, con un enfoque metodológico sencillo y entornos de trabajo de tipo colaborativos, cooperativos e interactivos; dotando a la actividad docente de una mayor flexibilidad y con una impronta renovada que permita responder a las demandas actuales de los llamados "Nativos Digitales" (Prensky, 2001), haciendo referencia a la generación que ha crecido junto a la tecnología y ha adoptado el lenguaje de las computadoras, los smartphones, la internet, los correos electrónicos y las redes sociales. Carneiro, Toscano y Díaz (2012) señalan a la sociedad actual como una "sociedad del conocimiento y la información", y como tal, la nueva concepción de la educación estaría basada en "aprender a aprender", lo que demanda necesariamente nuevos tipos de actores sociales y nuevas funciones para la educación. Estos autores proponen que la educación formal debe permitir adquirir y automatizar destrezas que proporcionen a todos los estudiantes la autonomía suficiente para continuar aprendiendo a lo largo de la vida y valorizan el papel de las TIC en este contexto autónomo de construcción del conocimiento. Bajo esta perspectiva se puede encuadrar a la estrategia de aula invertida como un formato válido que permite adoptar este enfoque y mirada (Martínez Olvera, Esquivel Gámez y Martínez Castillo, 2014).

Sanmartí y Márquez (2017), por su parte, encuadran a este tipo de trabajos en el aula como metodologías de aprendizaje basada en la realización de "proyectos" y es precisamente en el campo de la enseñanza de las ciencias donde se desarrollan diferentes líneas de investigación, como "Ciencia-Tecnología-Sociedad", "Ciencia en contexto", "Temas sociocientíficos", "Aprendizaje basado en problemas", "Gamificación", y otras tantas propuestas de trabajo con distintos objetivos y fundamentaciones teóricas, dentro de un marco común que es el replanteo de la actividad educativa y en tener al estudiante como artífice de la construcción de su propio conocimiento y a los docentes como facilitadores de esta labor.

La asignatura "Química Orgánica", en el contexto general de las carreras de grado de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, se ubica en la primera parte del Ciclo Inicial y es uno de los pilares del ciclo básico de la carrera, aportando conocimientos relacionados con la química del

carbono, y con las estructuras, propiedades y reactividades de los compuestos orgánicos, todos ellos conocimientos necesarios para el posterior estudio de las principales biomoléculas y compuestos de interés biológico. Todas las carreras vinculadas con las ciencias experimentales y con las ciencias de la salud cuentan con actividades de trabajo en laboratorio, por lo que resulta válido concebir este espacio como un escenario complejo para los procesos de enseñanza y de aprendizaje, puesto que existen múltiples variables que deben tenerse en cuenta a la hora de desenvolverse en el mismo: la vestimenta, las medidas de seguridad, los distintos materiales e instrumentos, todos ellos elementos que, en su mayoría, son desconocidos para los estudiantes, generando un entorno con un exceso de información que podría saturar la memoria de trabajo, en especial en aquellos que dan sus primeros pasos en estos ambientes (Lorenzo, 2019).

En base a lo anterior, la propuesta de trabajo se enmarca como una estrategia de tipo didáctica, tendiente a mejorar el desarrollo de los trabajos prácticos de Química Orgánica de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral, a través de la implementación de aulas invertidas, para posteriormente indagar la valoración del estudiantado participante sobre esta herramienta metodológica utilizada para el dictado de la asignatura.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación es de tipo cuali – cuantitativa.

En una primera etapa de investigación, se trabajó con 25 estudiantes de la asignatura Química Orgánica II de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral, durante el segundo cuatrimestre del año 2019. La decisión de trabajar con esta población se debe a que los actores, al haber cursado asignaturas previas relacionadas con la Química, se encuentran familiarizados con las técnicas y equipamientos de laboratorio, como así también cuentan con conocimientos de seguridad química. El estudiantado, luego de recibir toda la información relacionada con el presente estudio y expresar su consentimiento para participar en el mismo, fue dividido en grupos de trabajo y se le asignó un tema incluido en la planificación de las actividades prácticas de la asignatura. Los temas desarrollados mediante la estrategia de aula invertida fueron: “Obtención de Aspirina”, “Sales de Diazonio”, “Aislamiento y Purificación de Cafeína a partir de té”, “Identificación y caracterización de Azúcares desconocidos” y “Obtención de Jabón”.

Los materiales de estudio fueron proporcionados a través de la Plataforma Virtual de la asignatura y se sugirió a los participantes realizar búsquedas relacionadas con los contenidos abordados en las clases presenciales, ya sea en bibliografía específica, en internet o en otros materiales apropiados. Paralelamente, se ofrecieron clases de consultas previas a la actividad y se generó un espacio virtual en Google Drive para la preparación de informes colaborativos, que luego fue considerado por el docente para la evaluación final de la instancia de aprendizaje.

Al finalizar el cuatrimestre de trabajo, y para analizar la valoración de la actividad didáctica realizada, se realizó una encuesta escrita al estudiantado participante, utilizando un instrumento validado en investigaciones previas (Proyecto CYTPENCRI-Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología-Proyecto EDU2015-64642R (AEI/FEDER, UE) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)).

RESULTADOS

Los diferentes grupos de trabajo, guiados por el docente responsable del espacio áulico pero con una total autonomía en la elaboración del discurso oral, presentaron los conceptos teóricos y técnicas operatorias al inicio de la clase, observándose una apropiación de los contenidos y de la metodología de trabajo propuesta para la explicación de la clase. El registro de los resultados, la toma de fotografías, la predisposición a la discusión grupal de los datos obtenidos y la asignación de diferentes roles dentro del grupo de trabajo a los fines

de poder cumplimentar todos los requisitos de la actividad práctica presencial y del posterior informe de resultados colaborativo, fueron algunas de las observaciones realizadas durante el desarrollo de las clases y que permitieron detectar la motivación del alumnado para la realización de la actividad.

La elaboración del informe colaborativo en la plataforma de Google Drive demostró la participación conjunta de los integrantes del equipo de trabajo y una permanente retroalimentación con el docente responsable a través de la corrección en línea de los grados de avance de los reportes del trabajo.

En cuanto a la evaluación escrita presencial acerca de los contenidos disciplinares abordados en las diferentes actividades prácticas, se observó que el total del alumnado participante aprobó los cuestionarios realizados al finalizar el trabajo experimental.

El análisis de la encuesta realizada permitió conocer que más del 80% del alumnado consideró que la estrategia de aula invertida contribuyó en la adquisición de competencias científicas, siendo útiles e interesantes los conceptos aprendidos. La motivación, la adquisición de criterios y la satisfacción personal generada por la actividad fueron otros aspectos valorados positivamente por la mayoría de los estudiantes. Las respuestas relacionadas al tiempo insumido por la actividad y a la dificultad de la secuencia didáctica se concentraron en la franja media de puntuación. En la Tabla 1 se resumen las opiniones de los participantes en relación con la estrategia de trabajo propuesta.

Tabla 1. Frecuencias de respuestas obtenidas para la evaluación de la secuencia didáctica. El instrumento utilizado fue desarrollado y validado en el marco del Proyecto CYTPENCRI.

PREGUNTAS	NO/NADA MUY INSUFICIENTE	POCO INSUFICIENTE	MEDIO SUFICIENTE	BASTANTE	SÍ/TOTAL
1.- ¿Crees que esta Secuencia de Aprendizaje te ha ayudado a adquirir **competencias científicas**?	0	0	3	15	6
2.- ¿Consideras útil lo aprendido con esta secuencia?	0	1	2	8	11
3.- ¿Consideras **interesante** lo aprendido con esta secuencia?	0	0	4	9	12
4.- Tu grado de **motivación** en la secuencia ha sido…	0	0	4	5	16
5.- ¿Cómo valoras el **tiempo** dedicado a la secuencia?	0	3	13	9	0
6.- ¿Cómo valoras el **grado de dificultad** de la secuencia?	0	2	18	5	0
7.- ¿Crees que la secuencia te ha ayudado a ser más **crítico**?	0	0	4	18	3
8.- Valora tu **satisfacción personal** en relación con la secuencia de aprendizaje…	0	0	2	3	20

CONCLUSIONES

La experiencia representó un enfoque novedoso para la realización de los trabajos prácticos de Química Orgánica en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, promoviendo

situaciones en donde el alumnado adquiere autonomía para desenvolverse en las actividades propuestas y habilidades para comunicar las experiencias realizadas, a través de la interacción entre pares y con el profesorado involucrado en la práctica. En consonancia con lo explicado por Blanco López, España Ramos y Franco-Mariscal (2015), el desarrollo de la estrategia de aula invertida permitió un abordaje crítico de los diferentes temas por parte del estudiantado, en lo que se refiere fundamentalmente a la concepción de la ciencia como actividad humana relacionada con la tecnología, la sociedad y el ambiente, y al debate acerca de las alternativas de conocimiento de los temas desarrollados, el tratamiento de los problemas de manera integral, la autonomía en el desarrollo de la experiencia educativa, la toma de decisiones y finalmente, la comunicación apropiada en el contexto de trabajo.

Durante el desarrollo de la investigación, pudieron observarse las características propias de un proceso de aula invertida: la "orientación" del docente, no en el rol de "sabio", sino en una función facilitadora; la "revisión continua" de los contenidos; el "compromiso" por parte del estudiantado, que se involucra activamente en el aprendizaje, y la "personalización", donde cada estudiante puede acceder a la información del contenido de la clases a su ritmo y las veces que considere conveniente.

En instancias posteriores de investigación, se intentará evaluar las competencias científicas que se han desarrollado en el alumnado gracias a la estrategia didáctica implementada, como así también valorar la evolución del pensamiento crítico en la población estudiada.

Como reflexión final, podemos señalar que la actividad de enseñar implica una enorme responsabilidad y la implementación de nuevas estrategias didácticas en nuestras aulas universitarias, y específicamente en el campo de las ciencias experimentales, conlleva una planificación minuciosa de los contenidos de cada actividad docente, siempre con la finalidad de contribuir al mejoramiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausín, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación Universitaria*, 9 (3), 31-38.

DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005.

Blanco López, A., España Ramos, E. y Franco-Mariscal, A.J (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.

DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004

Carneiro, R., Toscano, J. C. y Díaz, T. (2012). Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. Madrid: OEI, Fundación Santillana.

Recuperado de: http://www.ciec.edu.co/wp-content/uploads/2016/06/LIBRO-LOS-DESAFI%CC%81OS-DE-LAS-TIC-PARA-EL-CAMBIO-EDUCATIVO.-FUNDACIO%CC%81N-SANTILLANA.pdf

Fernández Marchesi, N. E. y Pujalte, A. (2019). Manual de elaboración de secuencias didácticas para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Ushuaia: Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

García Rangel, M. y Quijada-Monroy, V. (2015). El Aula invertida y otras estrategias con uso de TIC. Experiencia de aprendizaje con docentes. Recuperado de: http://somece2015.unam.mx/MEMORIA/57.pdf

Lorenzo, M. G. (2018). Los contenidos de las ciencias naturales en la enseñanza universitaria: especificidad, abstracción y orientación profesional. *Aula universitaria*, 19. DOI: https://doi.org/10.14409/au.v0i19.6709.

Lorenzo, M. G. (2019). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. En Didáctica de las Ciencias de la Salud: módulo de trabajo. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.

Martínez Olvera, W., Esquivel Gámez, I. y Martínez Castillo, J. (2014). Aula invertida o Modelo invertido de aprendizaje: origen, sustento e implicaciones. En: Ismael Esquivel-Gámez (Ed.), Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI (pp.143-160). México: Universidad Veracruzana.

Prensky, M. (2001). Digital natives, Digital immigrants. On the horizon (MCB University Press), 9 (5), 1-6. Recuperado de:

https://www.alcsny.org/cms/lib/NY01001789/Centricity/Domain/14/Prensky%20article.pdf

Mendoza Moreira, F. S., Andrade García, B. R, Moreira Macías, B. A. y Arteaga Vera, J. C. (2014). Estrategias para la implementación de un enfoque metodológico interactivo en aulas invertidas. *Educación y Tecnología*, 5, 36-38. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5072161.pdf

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020

CF.72 Recursos didácticos audiovisuales en YouTube sobre Medio Natural: generación y autoconsumo por futuros docentes de Educación Primaria

Antonio Torralba-Burrial, David Álvarez, Mónica Herrero & Marta García-Sampedro

Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. torralbaantonio@uniovi.es

RESUMEN

Las redes sociales representan una herramienta de aprendizaje de suma importancia, dentro de la educación formal e informal. YouTube se ha convertido en una de las más usadas, también para el aprendizaje de la ciencia. En este contexto, maestros en formación inicial han generado recursos didácticos audiovisuales para la enseñanza-aprendizaje del Medio Natural en Educación Primaria, subiéndolos a un canal específico. Se analiza la preferencia del alumnado por los distintos temas al abordar la generación de los recursos audiovisuales (tipo y temática), interés despertado por cada recurso, y la forma de acceso a estos vídeos (dispositivos y orígenes, incluidas relaciones con otras redes sociales). La mejor comprensión de cómo afrontan la generación de los recursos audiovisuales para ciencia, cómo acceden y qué interés producen puede facilitar diseños más efectivos para su aprendizaje.

Palabras clave: Didáctica de las Ciencias Experimentales; Formación docentes; Recursos didácticos; audiovisuales, comunicación ambiental.

INTRODUCCIÓN

Las redes sociales representan una herramienta de aprendizaje de suma importancia, ya sea de forma intencionada o no intencionada, sobre todo en el ámbito de la educación informal, pero que, ya lo busque o no el profesorado, también penetran en la educación formal (Chávez & Gutiérrez, 2015; Martínez & Ferraz, 2016). Esto las convierte en un excelente campo para la investigación e innovación educativas (Marín-Díaz & Cabero-Almenara, 2019). Entre ellas, YouTube se ha convertido en uno de los sitios más visitados en Internet, como fuente no solo de entretenimiento sino también de aprendizaje (Moghavvemi, Sulaimna, Jaafar & Kasem, 2018; Ramírez-Ochoa, 2016), también por los futuros maestros de Educación Primaria (Lorca, González & Delgado, 2018). De hecho, el potencial de YouTube en la comunicación y el aprendizaje de la ciencia resulta sumamente elevado, especialmente cuando se seleccionan adecuadamente fuentes, duración, velocidad de presentación de contenidos o al propio comunicador (Romero-Tena, Ríos & Román-Graván, 2017; Welbourne & Grant 2015). Así, diversos estudios han analizado el empleo de YouTube para los procesos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, desde el planteamiento del alumnado como consumidor de vídeos externos al ecosistema cercano de aprendizaje (Moll & Nielsen, 2017), creados por el profesorado (Arguedas & Herrera, 2016), o generados por los propios estudiantes (Hawley & Allen 2018; Jordan et al., 2016; Pereira et al., 2014).

En la formación del profesorado se han observado percepciones positivas del alumnado hacia su incorporación en la educación (González, Lleixà & Espuny, 2016; Rodríguez, López & Martín, 2017), si bien con un potencial mayor al desarrollado. Puesto que se pretende que el alumnado adquiera, además de conocimientos propios del campo (ciencia en este caso) aquellos necesarios para su transmisión (didácticos), resulta fundamental potenciar no solo el empleo de los recursos didácticos a los que puedan acceder, sino también su capacidad de generarlos. Se trata poner en práctica la construcción de un conocimiento compartido desde la participación del alumnado, en conexión con sus vivencias y entornos cotidianos, reformulando esos ideales pedagógicos en el contexto de la educación actual (Fueyo, Braga & Fano, 2015).

Sin embargo, nos falta todavía una comprensión más completa de estos procesos de enseñanza-aprendizaje que permita su optimización. Mediante la creación de un canal audiovisual on-line en la red social YouTube, donde el alumnado de Educación (maestros de Educación Primaria en formación inicial) genera recursos didácticos audiovisuales para la enseñanza-aprendizaje del Medio Natural, se han investigado algunas cuestiones clave: ¿cómo afrontan la generación de los recursos audiovisuales para ciencia? ¿qué interés produce cada recurso generado? ¿cómo acceden a ellos en YouTube?. La mejor comprensión de estos aspectos, puede facilitar un diseño de recursos audiovisuales más acorde con sus necesidades.

METODOLOGÍA

La experiencia se enmarca dentro del proyecto de innovación docente PINN-18-A-022 de la Universidad de Oviedo. Desde el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales se implementó en 3 grupos de la asignatura Didáctica del Medio Natural y su implicación cultural del Grado de Maestro en Educación Primaria (curso 2018/2019: 118 estudiantes).

Se diseñó un canal en YouTube (Didáctica Medio Natural FPE UniOvi) donde alojar los vídeos generados por el alumnado. Se les propuso realizar, en grupos de 4-5 personas, vídeos cortos (de unos 5 minutos), explicativos y con lenguaje y conceptos adecuados para su futuro alumnado de Educación Primaria. Se les ofrecieron tres temas generales: 1) calles con ciencia, dedicados a algún científico homenajeado con una calle en Asturias; 2) aprendizaje experimental; 3) respuestas a preguntas sobre medio natural de alumnado de primaria. Se les plantearon como opciones no excluyentes ni exhaustivas aparecer en él, emplear dibujos, marionetas, disfraces o voz en off.

Una vez decidido el tipo de vídeo, el tema a tratar y con qué estilo deseaban realizarlo, tenían que preparar un

guion que acotara el tiempo y permitiera contar lo que deseaban transmitir. La grabación debería realizarse mediante dispositivos móviles no específicos (teléfonos móviles, tabletas), deberían respetar los derechos de autor y la intimidad e imagen de las personas (con autorización firmada).

Tras su montaje, el alumnado los enviaba al profesorado, recibía una primera retroalimentación (adecuado o modificaciones requeridas: calidad vídeo o audio, transmisión confusa de información o no coherencia con la realidad…). Tras considerarlo adecuado, era subido por el profesorado al canal de YouTube en modo oculto, y se facilitaba a cada grupo el enlace de su vídeo para subtitularlo. Los vídeos fueron visualizados en el aula y comentados, antes de clasificarlos como públicos. El canal de YouTube se organizó de acuerdo con las líneas generales de tipos de vídeos. Se debatió en cada grupo sobre la percepción y sensaciones del alumnado frente a la creación de su propio material audiovisual. Se analizaron las estadísticas de acceso a los recursos con las herramientas Analytics de Creator Studio y de YouTube Studio.

RESULTADOS

Elección de contenidos por parte del alumnado

Se crearon 26 vídeos (23 finales) sobre didáctica del medio natural, categorizados según Tabla 1.

Tabla 1. Temática recursos audiovisuales creados por el alumnado para la Didáctica del Medio Natural

TIPO DE VÍDEO	TEMA (Nº DE VÍDEOS)
Calles con ciencia (8)	Albert Einstein (2) Alexander Fleming (2) Celestino Graiño (1) Charles Darwin (2) Margarita Salas (1) Marie Curie (1) Santiago Ramón y Cajal (1) Severo Ochoa (3)
Aprendizaje experimental (7)	Filtración agua en suelo (2) Flores teñidas (2) Formación arcoíris (1) Hielo y sal (1) Mezclas y densidades (1)
Contestando preguntas (8)	Animales (3) Color del mar (1) El ciclo del agua (1) Electrocución aves (1) Formación arcoíris (1) Geomorfología fluvial (1) Astronomía (2) Trueno/rayo (1) Educación ambiental (1)

No hubo diferencias en las preferencias al escoger el tipo de vídeo que querían realizar, siendo las tres opciones disponibles igualmente elegidas. En los videos generados de calles con ciencia, se observa una mayor proporción de científicos que de científicas (6:1 en personas y vídeos). Bioquímica (pese a la dificultad de explicar sus descubrimientos en Educación Primaria), Medicina, Física, Química e Historia Natural fueron las disciplinas de las personalidades científicas elegidas. Los temas elegidos para crear los recursos audiovisuales basados en el aprendizaje experimental fueron variados, aunque dos grupos coincidieron en cada caso en la

filtración del agua con su componente de educación ambiental, y el clásico de las flores teñidas con colorantes que suben por su tallo. En los de preguntas propias de alumnado de primaria, generalmente agruparon varias contestaciones en cada uno, cubriendo un mayor número de temas no relacionados.

Interés despertado por los recursos didácticos generados

Durante este tiempo los vídeos recibieron 945 reproducciones, que representaron casi 19 horas de visualización (Tabla 2). El 65% de las visualizaciones tuvieron lugar durante el desarrollo de la práctica, con un máximo en diciembre (44% del total), cuando se subieron los vídeos, seguido de febrero, cuando debían rellenar los cuestionarios sobre la actividad (12%). El 80% de las visualizaciones se realizaron durante el curso académico, cayendo a 15-11 visualizaciones mensuales en julio y agosto. El porcentaje medio visualizado de cada recurso cada vez presentó un patrón distinto. Con el nuevo curso las visualizaciones se mantienen en unas 40 mensuales (disminución en diciembre, periodo de exámenes) (figura 1).

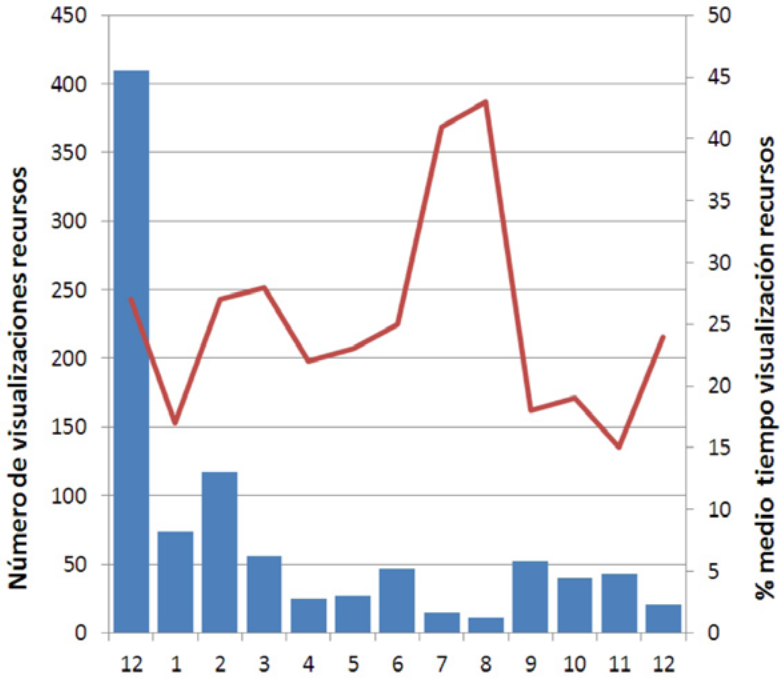


Figura 1. Comportamiento de visualización de los recursos audiovisuales generados (número total de visualizaciones cada mes y porcentaje de cada vídeo visualizado en cada reproducción)

No todos los vídeos recibieron la misma atención, ni respecto al número de visualizaciones, ni a los minutos totales visualizados, ni al porcentaje medio visualizado en cada ocasión. Esto no estuvo relacionado con el tipo de vídeo (ANOVA de un factor, p-valor > 0,5), sino con el vídeo concreto del que se tratara. Así, un vídeo de calles con ciencia realizado con la técnica de falsas entrevistas, obtuvo numerosas reproducciones (126, 13% del total) y tiempo visualizado (193 minutos, 17% del total), con un porcentaje de visualización elevado en cada reproducción (37% de media).

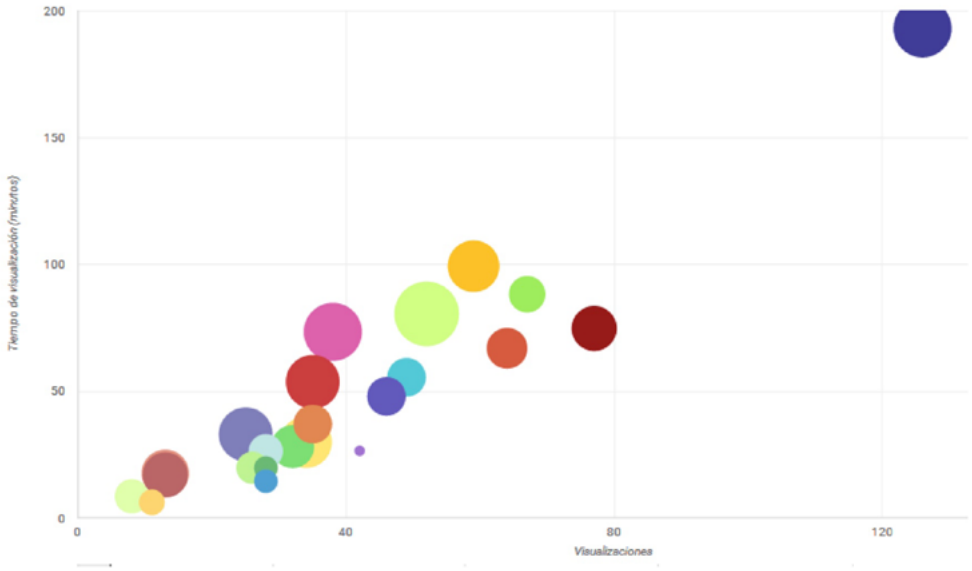


Figura 2. Relación entre el número de veces que un vídeo comienza a ser reproducido y el tiempo total visualizado. Tamaño burbuja proporcional al porcentaje medio del tiempo de visualización del recurso

Tabla 2. Clasificación y parámetros de visualización de cada vídeo creado por el alumnado. Tipo: 1= calles con ciencia, 2 = aprendizaje experimental, 3 = contestando preguntas alumnado Primaria

VIDEO	TIPO	REPRODUCCIONES	TIEMPO (MIN)	% MEDIO VISTO
Dr Fleming	1	126	193	37
Experimentando flores teñidas de colores	2	77	75	25
Marie Curie	1	67	88	20
¿Cómo se va formando el curso de los ríos?	3	64	67	22
Tierra redonda vs Tierra plana	3	59	99	30
Arcoíris / color del mar	3	52	81	44
¿Por qué se echa sal en el suelo cuando hiela?	3	49	55	20
Quién quiere ser universitario Severo Ochoa	1	46	48	21
Entrevistas caducadas: Severo Ochoa	1	42	27	9
Experimento social: Ciencia en la calle	1	38	73	36
Método científico: investigando permeabilidad suelo	2	35	54	32
El ciclo del agua	3	35	37	21
Aprendiendo sobre el arco iris	2	34	30	30
¿Por qué no se electrocutan los pájaros?	3	34	32	23

VIDEO	TIPO	REPRODUCCIONES	TIEMPO (MIN)	% MEDIO VISTO
Charles Darwin, Albert Einstein, Celestino Graiño	1	29	26	13
Respiración ballenas, trueno/rayo y sol	3	28	26	18
Experimentado con densidades	2	28	15	13
Our students want to know more about animals	3	26	20	17
Filtración del agua	2	25	33	33
The Rainbow Flowers	2	13	18	27
Albert Einstein	1	13	17	26
Margarita Salas	1	11	6	14
Green Talent	3	8	9	18

Los minutos totales que fue visionado cada vídeo estuvieron relacionados con el número de veces que se comenzó su visualización (y=1,4828x-11,449, R^2=0,8784, p<0,001), relación mantenida al eliminar el vídeo más visionado (*outlayer*) (y=1,27x-4,3886; R^2=0.7534, p<0,001). La figura 2, con cada punto proporcional al porcentaje medio de visualización de cada vídeo, muestra los vídeos que conseguían enganchar más o menos al resto de estudiantes y posible público. Destacan las excepciones a la regresión general, con vídeos que recibieron mucha atención inicial (número alto de reproducciones), pero cuyo desarrollo no conseguía enganchar (obteniendo pocos minutos visionados). El que menor porcentaje de visualización media obtuvo fue también uno del tipo de calles con ciencia, realizado como falsa entrevista.

Forma de acceso a los vídeos

Los recursos creados fueron visualizados a partes iguales mediante el ordenador y el teléfono móvil, y en mucha menor medida mediante tableta (*tablet*), televisión inteligente (*smartTV*) o videoconsola (Figura 3).

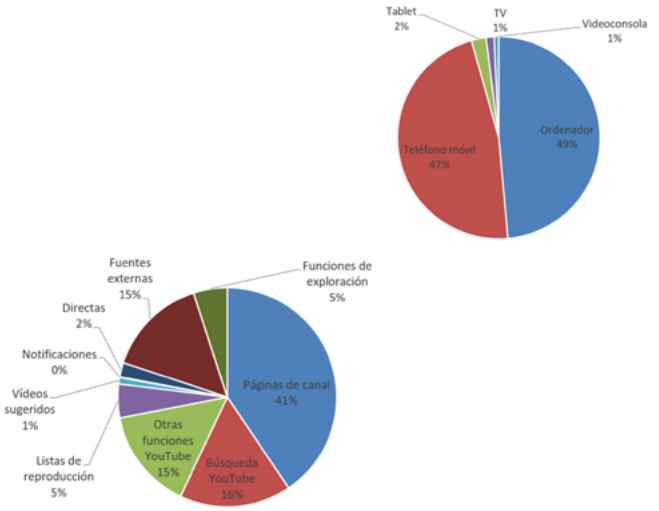


Figura 3. Forma acceso a los recursos audiovisuales generados en YouTube: dispositivo y origen

La mayoría de los recursos audiovisuales fueron visualizados sin recurrir a las funciones de subtítulos, pero en un 8,7% de las visualizaciones se incluyeron los subtítulos en español y en un 3,1% en inglés.

Casi la mitad de las visualizaciones provienen del canal de YouTube (41%), indicando que entraban desde un enlace al canal (figura 3). La búsqueda a través de YouTube, que puede indicar público distinto del alumnado cuando no se busca el propio canal, ha mostrado cadenas de búsqueda diversas, con un porcentaje individual muy bajo, salvo búsquedas sobre la tierra plana, responsables del 2% de los accesos. Prácticamente la mitad (48,2%) de las visualizaciones desde fuentes externas ha provenido de las interacciones en la red de mensajería instantánea WhatsApp, aparentemente la más empleada entre el alumnado para comunicarse sobre las asignaturas de la carrera. Las visualizaciones derivadas tanto de Facebook como Twitter, pese al perfil creado por el proyecto en esta última, han resultado anecdóticas (menos del 5% de las fuentes externas en cada caso).

Consideraciones generales

La elección de temas sobre los que generar un recurso didáctico audiovisual para facilitar procesos de enseñanza-aprendizaje en Educación Primaria ha sido variada, sin encontrarse preferencias hacia el aprendizaje experimental, que suele ser más espectacular en los videos existentes en la plataforma, ni centrarse en las mismas cuestiones (en la contestación de preguntas) o personalidades científicas (calles con ciencia). Algunos científicos fueron más elegidos para realizar recursos sobre ellos (Severo Ochoa, Charles Darwin, Alexander Fleming, Albert Einstein). Sin entrar a valorar la preponderancia de sus investigaciones, o el mayor interés que podrían haber generado sobre el alumnado, hay que indicar que los tres primeros tienen dedicadas calles cercanas a la Facultad.

El análisis de las interacciones con los recursos creados por el alumnado se muestra como una metodología complementaria a la basada en las percepciones del alumnado. Con esta metodología podemos saber que el alumnado prefiere acceder a esos recursos didácticos tanto desde el móvil como desde el ordenador, siendo anecdóticos los accesos desde otros dispositivos; que comparte los enlaces de los vídeos sobre todo a través de WhatsApp, y que en algo más de la décima parte de las visualizaciones se recurre a los subtítulos como complemento o en sustitución de la locución. Con independencia de cómo lo perciba y/o lo transmita el alumnado.

El porcentaje medio de visualización de cada recurso en cada reproducción muestra un patrón muy interesante. En los momentos iniciales de la experiencia, con los recursos didácticos recién generados y colocados en el canal, el número de accesos a los vídeos fue muy elevado, pero el porcentaje de cada vídeo visto en cada acceso relativamente bajo (27%). Esto puede estar relacionado con distracciones derivadas precisamente de las posibilidades de las redes sociales (Rodríguez et al., 2017). Más adelante, cuando se esperaba que el alumnado contestara a cuestionarios o participara en grupos de discusión sobre los vídeos, su percepción de los recursos generados y del proceso de generarlos, el número de accesos fue menor, pero más eficaz, visualizando en cada reproducción una mayor parte del vídeo, y descartando aquellos recursos que ya recordaban negativamente. Las escasas visualizaciones en julio y agosto presentan un patrón muy diferente, con porcentajes medios de visualización muy altos, sugiriendo que se trata de usuarios externos al proyecto que encontraron interesantes algunos de los recursos generados.

La falta de relación entre la temática de los recursos didácticos audiovisuales generados por el alumnado y el tiempo de visualización indica que son otros los factores (capacidad de comunicación, de conectar con su público objetivo y de realización del recurso) que definen la capacidad de enganche (ya sea por afinidad o por claridad de conceptos) del recurso creado, coherentemente a lo expuesto en otros trabajos (Romero-Tena et al., 2017; Welbourne & Grant, 2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arguedas Matarrita. C.A. & Herrera Molina, E.W. (2016). Implementación de un canal en YouTube para apoyar un curso Física. *Atenas, Revista Científico Pedagógica*, *2*(34), 55-67.

Chávez, I. L., & Gutiérrez, M. D. C. (2015). Redes sociales como facilitadoras del aprendizaje de ciencias exactas en la educación superior. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, *7*(2), 49-61.

Fueyo, A., Braga, G., & Fano, S. (2015). Redes sociales y educación: el análisis socio-político como asignatura pendiente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *29*(1), 119-129.

González,J., Lleixà, M. & Espuny, C. (2016). Las redes sociales y la educación superior: las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el uso educativo de las redes sociales, de nuevo a examen. *Education in the Knowledge Society*, *17*, 21-38.

Hawley, R., & Allen, C. (2018). Student-generated video creation for assessment: can it transform assessment within Higher Education? *International Journal for Transformative Research*, *5*(1), 1-11. doi: https://doi.org/10.2478/ijtr-2018-0001

Jordan, J. T., Box, M. C., Eguren, K. E., Parker, T. A., Saraldi-Gallardo, V. M., Wolfe, M. I., & Gallardo-Williams, M. T. (2016). Effectiveness of student-generated video as a teaching tool for an instrumental technique in the organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, *93*(1), 141-145. doi: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00354

Lorca Marín, A., González Castanedo, Y. & Delgado Algarra, E. (2018) El uso de las redes sociales en el aula de ciencias ¿debe ser una obligación o no? En Martínez Losada, C. & García Barros, S. (eds.) *28º Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* (pp. 989-994). A Coruña: Universidade da Coruña.

Marín-Díaz, V., & Cabero-Almenara, J. (2019). Las redes sociales en educación: desde la innovación a la investigación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *22* (2), 25-33. doi: http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.2.24248

Martínez, M.C. & Ferraz, E. (2016). Uso de las redes sociales por los alumnos universitarios de educación: un estudio de caso de la península ibérica. *Tendencias pedagógicas*, 28, 33-44.

Moghavvemi, S., Sulaiman, A., Jaafar, N. I., & Kasem, N. (2018). Social media as a complementary learning tool for teaching and learning: the case of YouTube. *The International Journal of Management Education*, *16*(1), 37-42

Moll, R. & Nielsen, W. (2017). Development and validation of a social media and science learning survey, *International Journal of Science Education, Part B*, *7*,(1), 14-30.

Pereira, J., Echeazarra, L., Sanz-Santamaría, S., & Gutiérrez, J. (2014). Student-generated online videos to develop cross-curricular and curricular competencies in Nursing Studies. *Computers in Human Behavior*, *31*, 580-590.

Ramírez-Ochoa, M. I. (2016). Posibilidades del uso educativo de YouTube. *Ra Ximhai*, *12*(6), 537-546.

Rodríguez Gallego, M. R., López Martínez, A., & Martín Herrera, I. (2017). Percepciones de los estudiantes de Ciencias de la Educación sobre las redes sociales como metodología didáctica. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, *50*, *77-93*. doi: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i50.05

Romero-Tena, R., Ríos Vázquez, A., & Román-Graván, P. (2017). YouTube: evaluación de un catálogo social de vídeos didácticos de matemáticas de calidad. *Prisma Social: revista de investigación social*, *18*, 515-539.

Welbourne, D. J., & Grant, W. J. (2016). Science communication on YouTube: Factors that affect channel and video popularity. *Public Understanding of Science*, *25*(6), 706-718.

CF.73 Representaciones del modelo del sistema digestivo (MSD) en estudiantes de Grado de Magisterio: éxitos y fracasos de las modificaciones introducidas en una propuesta didáctica (2016 a 2019)

Araitz Uskola, Teresa Zamalloa, Ainara Achurra

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. E-mail: araitz.uskola@ehu.eus

RESUMEN

Expresar modelos científicos mediante varios lenguajes incluyendo los dibujos tiene beneficios en el aprendizaje. El objetivo de este trabajo es analizar la expresión del MSD en dibujos y explicaciones. 127 estudiantes de tres cursos participaron en una secuencia incluyendo la construcción de una maqueta. El análisis se basa en los elementos del Modelo de Ser Vivo. La expresión del modelo fue mejor en las explicaciones que en los dibujos. Reflexionar sobre los procesos a representar en la maqueta (año 2) mejoró su representación en los dibujos. Incidir en la importancia de los dibujos en la enseñanza de las ciencias y realizar una coevaluación de dibujos (año 3) mejoró la representación macroscópica, sin mejorar la de procesos. Ante las persistentes dificultades para considerar procesos, las autoras diseñarán actividades para simularlos integrándolos con la representación macroscópica.

Palabras clave: modelización, sistema digestivo, dibujos, formación de profesorado

MARCO TEÓRICO

Aprender modelos científicos está considerado como uno de los grandes objetivos de aprender ciencias, y la modelización como el principal proceso para construir y utilizar dichos modelos (Justi & Gilbert, 2002). La modelización, indagación y argumentación constituyen las grandes prácticas científicas que la comunidad experta en enseñanza/aprendizaje de las ciencias considera que deben introducirse en las clases de ciencias (NRC, 2012).

La modelización consta de varias fases, desde la expresión inicial del modelo a su aplicación en otros contextos, pasando por la evaluación y revisión del modelo de acuerdo a nuevas pruebas o por comparación con la perspectiva científica (Hernández, Couso, & Pinto, 2015). En la fase de expresión del modelo, los dibujos que hace el alumnado pueden hacer explícitas sus representaciones mentales (Gómez & Gavidia, 2015); de hecho, el proceso analítico que conlleva acto de dibujar implica un conocimiento detallado del modelo (Perales, 2015). Además, coordinar diversos modos de representación puede actuar como andamiaje y beneficiar al aprendizaje del alumnado (Olander et al., 2018).

Brandstetter, Sandmann y Florian (2017) indican que, a la edad de 15 años, un porcentaje significativo de estudiantes no son capaces de leer visualmente de forma satisfactoria y que durante el aprendizaje de contenidos con representación visual, se enfocan en la identificación de elementos o partes, y raramente participan en procesos de generación de significado que promuevan una comprensión más profunda de los conceptos representados. En nuestra experiencia, hemos hallado que los estudiantes de los Grados de Educación Primaria e Infantil presentan serias dificultades para expresar sus ideas mediante dibujos cuando se les pide que lo hagan (Burgoa *et al.*, 2018).

METODOLOGÍA

El equipo formado por las autoras diseñó una secuencia didáctica en torno a las alergias y las intolerancias a ciertos alimentos, que fue implementada por dos de ellas en un grupo de estudiantes de primer curso de Grado de Educación Primaria (2016/17: 64 estudiantes) y dos grupos de estudiantes de tercer curso de Grado de Educación Infantil, (2017/18: 31 estudiantes y 2018/19: 32 estudiantes).

Con el primer grupo trabajado (2016/17), la secuencia consistió en responder un primer cuestionario sobre alergias e intolerancias. Seguidamente, el alumnado tuvo que buscar información, usarla para revisar y reconstruir sus modelos iniciales, ayudado por las profesoras. Se formaron grupos, para construir un modelo físico tridimensional y dinámico relacionado con uno de los sistemas, que incluyera: agente externo, partes del cuerpo implicadas en el proceso a nivel macroscópico y microscópico, y respuesta de carácter dinámico. Las maquetas se presentaron al resto de grupos y se coevaluaron según el grado de inclusión de los aspectos citados. Finalmente, el alumnado respondió a preguntas que requerían la realización de dibujos. La pregunta que se analizó en este estudio fue: "¿Qué le pasa a tu cuerpo en el caso de tener intolerancia a la leche? Explícalo con palabras y a través de un dibujo."

En el curso 2017/18 se introdujo la siguiente modificación: antes de la realización de la maqueta, los grupos reflexionaron y escribieron qué sucede, dónde sucede y cómo representarlo en la maqueta final.

En el curso 2018/19 se añadió una segunda modificación: tras la realización y presentación de las maquetas, el alumnado realizó un dibujo del sistema digestivo y posteriormente se reflexionó sobre la importancia de los dibujos para la representación de modelos, así como los errores más comunes referentes a la estructura del sistema digestivo descritos en la bibliografía. Tras ello, hizo una coevaluación de los dibujos realizados.

En la tabla 1 se describen las categorías relacionadas con el Modelo de SD que se han establecido para el análisis tanto de las representaciones como de las explicaciones escritas. Dichas categorías recogen aspectos de la

estructura, procesos y función. En el caso de las explicaciones escritas se ha analizado la estructura anatómica a nivel microscópico (SD-estr micro), mientras que en los dibujos se ha analizado tanto a nivel macroscópico (SD-estr macro) como microscópico. En ambos casos se han analizado los procesos internos (SD-PROC) y la función (SD-FN).

Tabla 1. Categorías y niveles empleados para analizar las representaciones y las explicaciones escritas

CATEGORÍA	SD-ESTR MACRO. BASADO EN REISS AND TUNNINCLIFFE (2001)	SD-ESTR MICRO	SD-PROC	SD-FN
Nivel 0	No representa órganos internos	Ausencia de enzima	Ausencia de procesos (digestión química, absorción intestinal o fermentación bacteriana)	No representa la obtención de energía en las células
Nivel 1	1 o 2 órganos internos sin conectar	Presencia de enzima	Representa un solo proceso	Representa la obtención de energía en las células
Nivel 2	Más de 3 órganos internos sin conectar		Representa dos procesos	
Nivel 3	Sistema de órganos		Representa los tres procesos	

Resultados y discusión

En las Figuras 1-4 se muestran los resultados obtenidos para cada una de las componentes del modelo y muestras participantes. En la parte izquierda de las figuras se muestran los resultados de los pre-tests, cada curso, tanto en los trabajos escritos (E) como en los dibujos (D), y en la parte derecha, los resultados de los post-tests.

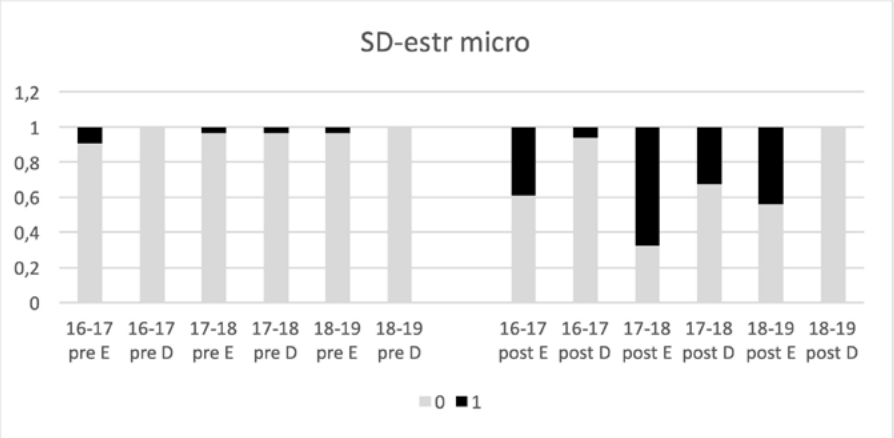


Figura 1. Frecuencias relativas obtenidas para la componente SD-estr micro del modelo. En la parte izquierda de las figuras se muestran los resultados de los pre-tests, cada curso, tanto en los trabajos escritos (E) como en los dibujos (D), y en la parte derecha, los resultados de los post-tests.

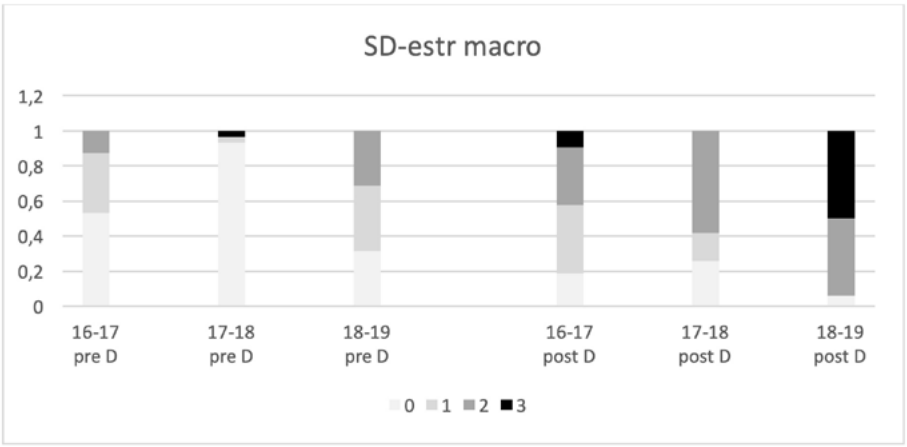


Figura 2. Frecuencias relativas obtenidas para la componente SD-estr macro del modelo. En la parte izquierda de las figuras se muestran los resultados de los dibujos de los pre-tests, cada curso, y en la parte derecha, los resultados de los post-tests.

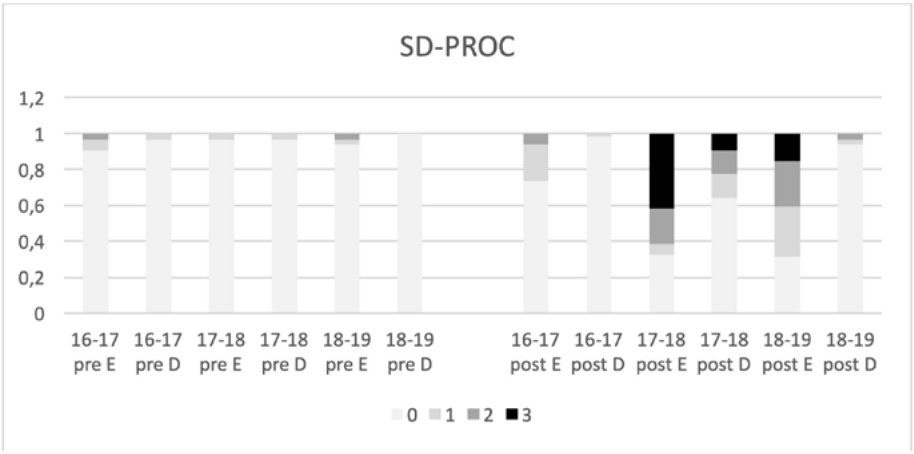


Figura 3. Frecuencias relativas obtenidas para la componente SD-PROC del modelo. En la parte izquierda de las figuras se muestran los resultados de los pre-test, cada curso, tanto en los trabajos escritos (E) como en los dibujos (D), y en la parte derecha, los resultados de los post-tests.

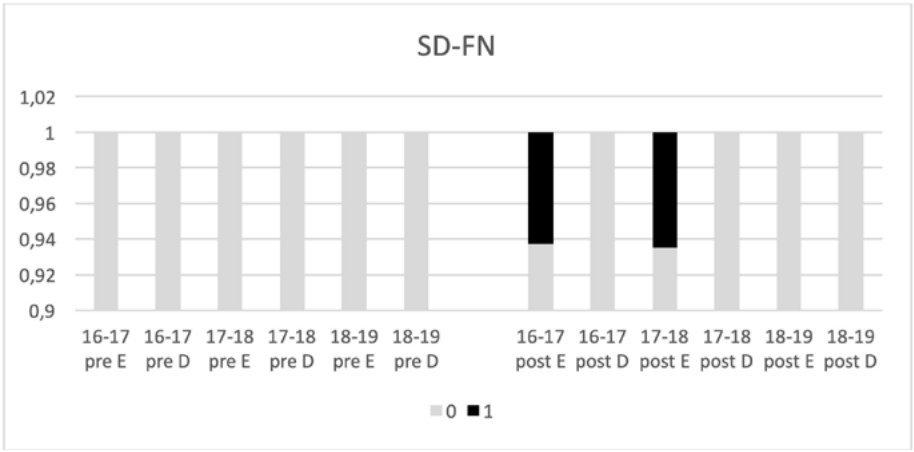


Figura 4. Frecuencias relativas obtenidas para la componente SD-FN del modelo. En la parte izquierda de las figuras se muestran los resultados de los pre-test, cada curso, tanto en los trabajos escritos (E) como en los dibujos (D), y en la parte derecha, los resultados de los post-tests.

En cuanto a la componente estructural micro, SD-estr micro, como se ve en la Figura 1, los resultados del punto de partida son muy pobres, tanto por escrito como en los dibujos. En los tres años, los resultados mejoran tras participar en la secuencia, si bien se ve que mejoran más en los textos que en los dibujos y que mejoraron más en el segundo año que en el resto.

En los dibujos en que se ha analizado la componente estructural macro, SD-estr macro, se ve (Figura 2) que el punto de partida es mejor que en el caso de la componente micro. Además, se ve que en los tres cursos se ha producido mejoría tras participar en la secuencia, y que el último año es cuando más estudiantes han llegado al máximo nivel, representando un sistema digestivo con varios órganos y con sus interconexiones explícitas.

En la Figura 3, de forma similar a lo observado en la Figura 1 para la componente estructural micro, se observa que los resultados para la componente procesual del modelo de sistema digestivo, SD-PROC, han mejorado todos los años, más en los trabajos escritos que en los dibujos, y más el segundo año. De hecho, salvo el segundo año, son muy pocos los estudiantes que alcanzan el máximo nivel en los trabajos escritos y solo el segundo año lo alcanzan en los dibujos.

Los resultados correspondientes a la componente de función, SD-FN, mostrados en la Figura 4, son los peores de las cuatro componentes. Solo muestran mejoras en los trabajos escritos de primer y segundo año, y en los dibujos no representan la función en ninguna ocasión.

Los distintos resultados muestran que la expresión del modelo fue mejor en las explicaciones que en los dibujos para todos los componentes en todos los cursos.

Con el fin de mejorar especialmente los dibujos, se introdujo una modificación durante el segundo año (2017/18), que consistía en que tuvieran que reflexionar sobre los procesos a representar en la maqueta previamente a hacerla. Dicha modificación supuso una mejora en representación de los procesos en los dibujos (Figura 3) (Burgoa *et al.*, 2018).

Dado que los estudiantes tenían dificultades persistentes a la hora de expresar gráficamente el modelo, el tercer año se incidió en la importancia de los dibujos en la enseñanza de las ciencias y se decidió que realizaran una coevaluación de dibujos (2018/19). Los resultados de dicho año muestran una mejoría en la representación macroscópica (Figura 2). Sin embargo, los resultados del resto de los componentes no mejoran de la misma manera e incluso lo hacen peor que el año anterior (Zamalloa *et al.*, 2019).

Observamos que siguen existiendo dificultades para expresar tanto por escrito como en dibujo los componentes del modelo, especialmente las que tienen que ver con estructura a nivel microscópico como procesos y función, todas ellas interrelacionadas.

Perspectivas futuras

Ante esta situación, las autoras diseñarán actividades para simular los procesos internos y las estructuras microscópicas del sistema digestivo integrándolos con la representación macroscópica del mismo. Para ello, se prevén realizar las siguientes modificaciones:

- Se dará a cada grupo un molde en escayola tamaño natural de la parte posterior del tronco superior del cuerpo. El objetivo es que, al tener un molde en tres dimensiones como punto de partida, los grupos se vean forzados a construir órganos en tres dimensiones y de tamaño adecuado y situarlos de forma realista, al realizar las maquetas. Uno de los errores comunes suele ser que realizan maquetas que en realidad son bidimensionales "con bulto", como cuando, por ejemplo, se limitan a "dibujar con plastilina" encima de una base de cartón.

- Se trabajará sobre la representación gráfica en ciencias. Se están diseñando, junto con una doctora en Bellas Artes, actividades para que el alumnado haga un recorrido histórico de cómo se ha representa-

do el cuerpo humano, y para, poniendo a su disposición diversidad de materiales, reflexione sobre sus posibilidades para representar órganos.

- Los estudiantes realizarán una representación teatralizada de los procesos implicados. Dibujarán en el suelo los distintos órganos y el recorrido a realizar, se asignarán papeles de distintos nutrientes y según pasen por los órganos, sus compañeras deberán simular los procesos mecánicos y químicos que tienen lugar, en la digestión y también la absorción de nutrientes y llegada de los mismos a las células.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Vicerrectorado de Innovación, Compromiso Social y Acción Cultural de la Universidad del País Vasco UPV/EHU, a través del SAE-HELAZ (PIE19/20 código 86).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Brandstetter, M., Sandmann, A. y Florian, C. (2017). Understanding pictorial information in biology: Students' cognitive activities and visual reading strategies. *International Journal of Science Education*, *39*(9-10), 1218–1237. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1320454

Burgoa, M.B., Uskola, A., Maguregi, G., Zamalloa, T. y Achurra, A. (2018). Estudio de las representaciones de los Modelos Sistema Inmunológico y Sistema Digestivo a través de dibujos y explicaciones escritas del alumnado del grado de Magisterio. En C. Martínez-Losada, S. García-Barros (Eds.), 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Iluminando el Cambio educativo (pp.1031-1036). Universidade da Coruña.

Brandstetter, M., Sandmann, A. y Florian, C. (2017). Understanding pictorial information in biology: Students' cognitive activities and visual reading strategies. *International Journal of Science Education*, *39*(9-10), 1218–1237. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1320454

Decristan J., Hondrich A. L., Büttner G., Hertel S., Klieme E., Kunter M., Lühken A., Adl-Amini K., Djakovic S.-K., Mannel S., Naumann A. y Hardy I. (2015) Impact of additional guidance in science education on primary students' conceptual understanding. *The Journal of Educational Research*, *108* (5), 358–370. DOI: https://doi.org/10.1080/00220671.2014.899957

Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12*(3), 441–455. Recuperado de:https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2934/2650

Hernández, M.I., Couso, D. y Pintó, R. (2015). Analyzing students' learning progressions throughout a teaching sequence on Acoustic Properties of Materials with a model-based inquiry approach. *Journal of Science Education and Technology*, *24* (2), 356-377. DOI: https://doi.org/10.1007/s10956-014-9503-y

Justi, R. S. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, *24* (4),369–387. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690110110142

National Research Council (2012). A framework for K-12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas. Washington DC: National Academy Press.

Olander, C., Wickman, P., Tytler, R. y Ingerman, A. (2018). Representations as mediation between purposes as junior secondary science students learn about the human body. *International Journal of Science Education*, *40*(2), 204–226. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1407464

Perales, V. (2015). Reflexiones de una retratista de Gorilas. En AA.VV. (Eds.), Ecología y género en diálogo interdisciplinar (pp. 81-100). Madrid: Plaza y Valdés.

Reiss, M. y Tunnicliffe, S. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. R*esearch in Science Education, 31*, 383-399.DOI: https://doi.org/10.1023/A:1013116228261

Zamalloa, T., Uskola, A., Burgoa, M.B. y Maguregi, G. (2019, Agosto). *Improvement of the drawing expression of scientific models in students of primary education*. Comunicación presentada en 13th Conference of the European Science Education Research Association, Bolonia.

CF.74 El huerto escolar como recurso didáctico en la provincia de Bizkaia: factores que limitan su uso

Gloria Rodríguez-Loinaz [1], Ane Barragán Martínez

[1] Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación de Bilbao. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). E-mail: gloria.rodriguez@ehu.eus

RESUMEN

En este trabajo se presenta un diagnóstico del nivel de uso del huerto escolar como recurso didáctico en la educación básica en Bizkaia. Para ello, se diseñó un cuestionario el cual fue enviado a más de 200 centros obteniéndose un total de 67 respuestas. Los datos mostraron que el uso del huerto escolar está muy sesgado hacia el desarrollo de la competencia científica y es mayor en la Educación Primaria. Con el objetivo de analizar las causas por las cuales el uso de los huertos escolares no es más extendido e interdisciplinar, se realizó un estudio de caso en el cual, a partir de entrevistas con las docentes encargadas del huerto escolar y de las observaciones realizadas, se identificaron dos causas principales: a) el hecho de que las horas dedicadas al mantenimiento y coordinación del huerto escolar no queden reflejadas en el encargo docente; b) la falta de formación del profesorado.

Palabras clave: Huerto escolar, educación básica, recurso educativo.

INTRODUCCIÓN

El huerto escolar es un recurso didáctico que cada vez despierta mayor interés. A lo largo del siglo XX el uso del huerto escolar sufrió altibajos, pero a finales de siglo los huertos escolares volvieron a impulsarse y su uso como recurso didáctico proliferó (Escutia, 2009). Hoy en día, la presencia de huertos escolares en los centros educativos es cada vez más habitual. Así, en la Comunidad Autónoma del País Vasco, por ejemplo, de los 769 colegios existentes 386 (48,8%) tienen un huerto escolar (Antón y Huesa, 2018). Aunque en muchas ocasiones los huertos escolares son iniciativas de un centro o profesor concreto (Eugenio y Aragón, 2016a), *"hoy en día ya nadie pone en duda que el huerto es una herramienta educativa casi perfecta que hay que promocionar y potenciar"* (Escutia, 2009, pag. 20)

Tradicionalmente, el uso del huerto escolar ha ido ligado a la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental; sin embargo, además de ayudar al desarrollo de la competencia científica, el huerto escolar ofrece la oportunidad de trabajar otras muchas competencias y contenidos de una manera integradora.

> *"El huerto escolar es un recurso pedagógico que permite aproximar al alumnado al entorno natural diseñando experiencias interdisciplinares que contribuyen al desarrollo de las competencias básicas"* (Botella, Hurtado y Cantó, 2017, pag. 19).

A pesar del gran potencial didáctico de los huertos escolares, se sabe poco acerca de cómo se pueden integrar y mantener eficazmente en los centros educativos (Ozer, 2007), ya que, a pesar de que el huerto escolar da la oportunidad de realizar un enfoque interdisciplinar a situaciones y problemas reales, a menudo entra en conflicto con la organización y la forma de trabajar de los centros educativos (Stevenson, 2007; Williams & Brown, 2012).

En este marco, la investigación aquí presentada persigue un doble objetivo: por un lado, realizar un diagnóstico del uso didáctico que se realiza del huerto escolar en la educación básica en los centros educativos de la provincia de Bizkaia; y, por otro, identificar los principales factores que limitan el uso didáctico de los huertos escolares.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se han recolectado datos tanto cuantitativos, para la realización de diagnóstico, como cualitativos, para la identificación de los factores que limitan el uso de los huertos escolares.

Recolección de datos cuantitativos

Con el objetivo de realizar el diagnóstico del uso didáctico de los huertos escolares se diseñó una encuesta, con preguntas tanto abiertas como cerradas, la cual constaba de 4 apartados. En un primer apartado se recogía información sobres las características del huerto y de las personas implicadas en el mismo. En los tres siguientes apartados se recogía información sobre el uso que se hacía del mismo en la Educación Infantil (EI), en la Educación Primaria (EP) y en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) respectivamente (ver Anexo I).

En Bizkaia hay un total de 405 centros escolares de los cuales 199 tienen huerto (Antón y Huesca, 2018). A pesar de conocerse el dato, no existe un listado de dichos centros para poder contactar con ellos. Por ello, para realizar esta investigación el cuestionario fue enviado a todos los centros escolares que contaban con Agenda 21 escolar y/o habían participado en acciones formativas enmarcadas dentro del proyecto STEAM impulsado desde el Gobierno Vasco, ya que más del 72% de los centros que tienen huerto en la Comunidad Autónoma del País Vasco tienen Agenda 21 escolar (Antón y Huesca, 2018) y muchos de los proyectos STEAM que se solicitan se basan en el uso del huerto. En total se recibieron 67 respuestas.

Recolección de datos cualitativos

Con el objetivo de identificar los factores que limitan el uso de los huertos escolares se realizó un estudio de caso en un centro escolar, con más de 1500 alumnos y alumnas de entre 2 y 18 años y 100 docentes, del municipio de Baracaldo el cual cuenta con un huerto escolar desde el año 2010.

Las herramientas empleadas para la recolección de datos cualitativos fueron, por un lado, la observación de las actividades realizadas por la coordinadora del huerto escolar de la etapa de infantil durante 12 semanas. Para ello, durante esas 12 semanas se acudió al huerto escolar todas las veces que la docente llevó a su alumnado a trabajar en el mismo y se registraron todas las actividades realizadas. Tras dichas 12 semanas se contó con un total de 10 observaciones. Por otro lado, se realizaron entrevistas individuales con las personas coordinadoras del huerto escolar en las diferentes etapas, tres en total. En dichas entrevistas, se les preguntó acerca del tipo de actividades que se realizaban en los diferentes ciclos, de las razones por las cuales se hacían dichas actividades y no otras, de las dificultades a las que se habían tenido que enfrentar en los 9 años de funcionamiento del huerto y de las medidas que en su opinión se deberían implementar para potenciar el uso del huerto escolar en los centros educativos.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los datos obtenidos del análisis de las 67 respuestas recibidas y de las observaciones y entrevistas realizadas en el estudio de caso.

Distribución del uso del huerto escolar por curso.

Los centros escolares que participaron en el estudio no utilizan el huerto escolar en todos los niveles de la educación básica (Figura 1). El mayor uso del huerto escolar se realiza en la EP, mientras que en la EI y ESO su uso es inferior y aumenta en los cursos más próximos a la EP.

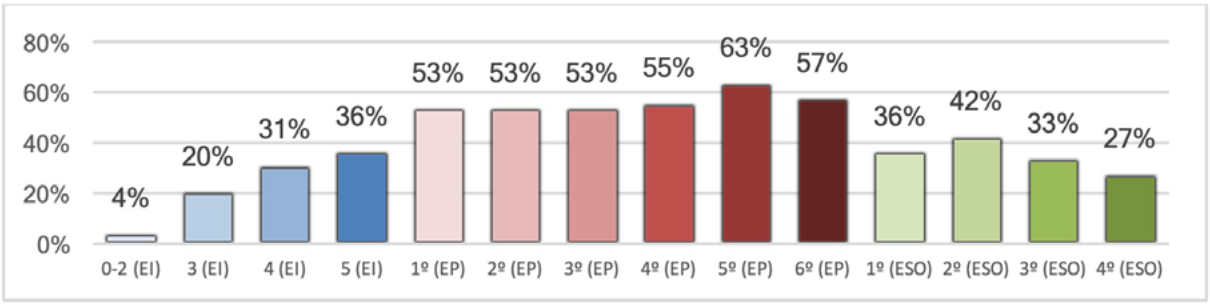


Figura 1: Porcentaje de centros que utilizan el huerto escolar como recurso didáctico en los diferentes cursos de EI, EP y ESO

Uso del huerto escolar en la EI

El 89% de los centros que utilizan el huerto escolar en la EI lo hacen con un fin didáctico, aunque la mitad de ellos (44,5%) lo intercalan con un uso lúdico.

Los centros que utilizan el huerto con fines didácticos en la EI lo hacen para trabajar diferentes competencias,

siendo las competencias habitualmente más trabajadas la competencia científica (71% de los casos), la competencia social y cívica (65%) y la competencia para convivir (65%) (Tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de centros de EI que usan el huerto como recurso didáctico por competencia

COMPETENCIA	%
Competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital	47,05%
Competencia para aprender a aprender y para pensar	58,82%
Competencia para convivir	**64,70%**
Competencia para la iniciativa y el espíritu emprendedor	50,00%
Competencia para aprender a ser	47,06%
Competencia en comunicación lingüística y literaria	47,06%
Competencia matemática	50,00%
Competencia científica	**70,59%**
Competencia tecnológica	29,41%
Competencia social y cívica	**64,70%**
Competencia artística	32,35%
Competencia motriz	55,88%

Uso del huerto escolar en la EP

El 97% de los centros que utilizan el huerto escolar en la EP lo hacen con un fin didáctico, aunque más de la mitad de ellos (56%) lo intercalan con un uso lúdico.

Los centros que utilizan el huerto con fines didácticos en la EP lo utilizan como recurso en diferentes asignaturas. En todos los casos lo usan en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. Además de en dicha asignatura, muchos centros lo utilizan en las asignaturas Valores sociales y cívicos (57%), Matemáticas (54%) y Lengua vasca y literatura (49%), siendo su uso en el resto de asignaturas mucho menor (Tabla 2).

Tabla 2: Porcentaje de centros de EP que usan el huerto como recurso didáctico por asignatura

ASIGNATURA	%
Lengua castellana y literatura	32,43%
Lengua vasca y literatura	**48,65%**
Primera lengua extranjera	32,43%
Matemática	54,05%
Ciencias de la Naturaleza	**100%**
Ciencias Sociales	35,14%
Valores sociales y cívicos	**56,76%**
Religión	27,03%

Educación artística	32,43%
Educación física	27,03%

Uso del huerto escolar en la ESO

El 88% de los centros que utilizan el huerto escolar en la ESO lo hacen con un fin didáctico, aunque el 38% lo intercalan con un uso lúdico.

Los centros que utilizan el huerto con fines didácticos en la ESO lo utilizan como recurso en diferentes asignaturas. La mayoría de ellos los utilizan en las asignaturas de Física y Química (82%) y Biología y Geología (71%), siendo su uso en el resto de asignaturas poco habitual (Tabla 3).

Tabla 3: Porcentaje de centros de ESO que usan el huerto como recurso didáctico por asignatura

ASIGNATURA	%
Lengua castellana y literatura	23,53%
Lengua vasca y literatura	11,76%
Primera lengua extranjera	5,88%
Segunda lengua extranjera	5,88%
Latín	5,88%
Matemática	23,53%
Biología eta geología	**70,59%**
Física eta química	**82,35%**
Cultura científica	23,53%
Ciencias aplicadas a la actividad profesional	17,65%
Tecnología	23,53%
Tecnologías de la información y comunicación	5,88%
Geografía eta historia	17,65%
Valores éticos	17,65%
Religión	11,76%
Economía	5,88%
Iniciación a la actividad emprendedora y empresarial	5,88%
Cultura clásica	5,88%
Filosofía	11,76%
Educación plástica, visual y audiovisual	11,76%
Música	5,88%
Artes escénicas y danza	5,88%
Educación física	5,88%

Resultados del análisis cualitativo

En las entrevistas realizadas en el estudio de caso, los coordinadores del huerto escolar apuntaron tres dificultades principales a las cuales se habían tenido que enfrentar para poder llevar a cabo el proyecto en su centro: la falta de tiempo, la falta de reconocimiento y la falta de formación. En dicho centro, al igual que en la gran mayoría de centros educativos según indicaron los entrevistados, las horas que se necesitan invertir en el mantenimiento y coordinación del huerto escolar no quedan reflejadas en su encargo docente, por lo que las personas encargadas del mismo lo hacen "por iniciativa propia" y "por una motivación personal". Esta falta de reconocimiento ha hecho que, a pesar de contar con un huerto desde hace 9 años, el centro no cuente con un proyecto de huerto escolar, ya que no se designa un tiempo extra al profesorado para poder diseñar tal proyecto que permita integrar el huerto en las diferentes asignaturas y así hacer un uso más interdisciplinar del mismo.

Respecto a la formación, en el centro estudiado las tres personas responsables de la coordinación del huerto recibieron 10 horas de formación. Sin embargo, dicha formación fue muy teórica y se centró en cómo mantener un huerto. Según los entrevistados la formación "no les ayudó a conocer cómo utilizar el huerto como un recurso didáctico", por lo que algunas de ellas "se sienten perdidas" y "no saben qué hacer en el huerto aparte de plantar y cuidar las plantas, quitar las malas hierbas o hacer compost". Según los entrevistados, esta falta de formación hace que muchos docentes vayan "a lo fácil" que es utilizar el huerto únicamente en las asignaturas de ciencias, por lo que para impulsar un uso mayor y más interdisciplinar de los huertos escolares "sería necesario formar a los docentes en las posibilidades didácticas que ofrecen los huertos escolares", además de incluir las horas dedicadas a la gestión y coordinación del huerto escolar en el encargo docente.

CONCLUSIONES

El uso del huerto escolar está enfocado principalmente al desarrollo de la competencia científica, siendo éste principalmente utilizado en las asignaturas estrechamente relacionadas con la misma, como lo son las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza en la EP y de Física y Química y Biología y Geología en la ESO. A pesar de ello, también se está impulsando el uso del huerto en otras asignaturas como las Matemáticas, Lengua vasca y literatura y Valores sociales y cívicos.

La principal razón de este uso tan sesgado del huerto escolar es la falta de formación del profesorado. Los docentes son los actores principales en la creación y uso de los huertos escolares al recaer en ellos la labor de diseñar las actividades pedagógicas a realizar en los mismos. Por ello, como otros autores argumentan (Ceballos, 2017), una forma de hacer frente a este problema es la inclusión del huerto escolar en la formación inicial de maestros. En el estado español, existen una red de universidades que, conscientes del gran potencial didáctico de los huertos escolares, han incluido este recurso en la formación inicial del profesorado (Eugenio y Aragón, 2016b); sin embargo, su uso, incluso en este ámbito, está enfocado principalmente al aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza y la Educación Ambiental (Eugenio y Aragón, 2016a; Eugenio, Zuazagoitia y Ruiz-González, 2018).

En la Facultad de Educación de Bilbao queremos promover un uso más interdisciplinar de los huertos escolares. Por ello, hemos formado un grupo de docentes provenientes de diferentes disciplinas (música, ciencias sociales, ciencias experimentales, lengua, arte…) que persigue enseñar a los futuros docentes cómo trabajar las diferentes competencias y los contenidos de diferentes asignaturas utilizando como recurso el huerto escolar. En el primer año, ya hemos incluido el uso del huerto escolar en varias asignaturas del área de la didáctica de las ciencias experimentales, la didáctica de la música y la educación plástica, visual y audiovisual de los grados de EP y EI.

BIBLIOGRAFÍA

Antón, B. y Huesa, E. (2018). Educación Ambiental desde los huertos escolares. Memoria del primer encuentro de huertos escolares, pp 2. Recuperado de: http://germinando.es/memoria-del-1o-encuentro-de-huertos-escolares/

Botella, A. M., Hurtado, A. y Cantó, J. (2017). El huerto escolar como herramienta innovadora que contribuye al desarrollo competencial del estudiante universitario. Una propuesta educativa multidisciplinar. *Vivat Academia, revista de comunicación 139*, 19-31. DOI: http://doi.org/10.15178/va.2017.139.19-31

Ceballos, M. (2017). Aprovechamiento didáctico de los huertos escolares en centro de Sevilla. Actas del X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 787-792. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6690118

Escutia, M. (2009). El huerto escolar ecológico. Barcelona: ICE-Graó, 349 pp.

Eugenio, M. y Aragón, L. (2016a). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros/as de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13* (3), 667-679. Recuperado de: https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/18504

Eugenio, M. y Aragón, L. (2016b). Experiencias educativas en relación a la agroecología en la educación superior española contemporánea: presentación de la Red Universidades Cultivadas (RUC). *Agroecología, 11*(1), 31-39. Recuperado de: https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/329561

Eugenio, M., Zuazagoitia, D. y Ruiz-González, A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15*(1), 1501. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501

Ozer, E.J. (2007). The Effects of School Gardens on Students and Schools: Conceptualization and Considerations for Maximizing Healthy Development. *Health Education & Behavior, 34*(6), 846-863. DOI: https://doi.org/10.1177/1090198106289002

Stevenson, R.B. (2007). Schooling and environmental education: Contradictions in purpose and practice. *Environmental Education Research, 12*(2), 139-153. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/13504620701295726

Williams, D. R. y Brown, J. D. (2012). Learning gardens and sustainability education-Bringing life to schools and schools to life. New York: Routledge.

ANEXO I

HUERTO

¿Cuál es el tamaño del huerto?

☐ Pequeño (< 40 m^2) ☐ Mediano (40-100 m^2) ☐ Grande (> 100 m^2)

¿Quién se encarga del huerto?

☐ Profesorado ☐ Familia / Vecinos-as ☐ Alumnado ☐ Todos-as

¿Cuánto (más o menos)?

Si el profesorado se encarga del huerto, ¿se refleja en su carga docente?

☐ Sí ☐ No

¿Los participantes han recibido formación a cerca del huerto? Indica quienes.

☐ Profesorado ☐ Familia /vecinos-as ☐ Alumnado ☐ Todos-as ☐ Ninguno-a

¿En qué nivel educativo se utiliza?

☐ Educación Infantil ☐ Educación Primaria ☐ Educación Secundaria ☐ Todos

EDUCACIÓN INFANTIL

¿En qué curso se utiliza el huerto?

☐ 0-2 años ☐ 3 años ☐ 4 años ☐ 5 años ☐ Todos

¿Qué objetivo tiene?

☐ Lúdico ☐ Didáctico

¿Cuáles son las competencias que se trabajan?

☐ Competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital

☐ Competencia motriz

☐ ..... (se listaron todas las competencias transversales y específicas descritas en el curriculum)

☐ Todas

¿Cómo se trabaja? Pon un ejemplo.

EDUCACIÓN PRIMARIA

¿En qué curso se utiliza el huerto?

☐ 1er curso ☐ 2º curso ☐ 3º curso ☐ 4º curso ☐ 5º curso ☐ 6º curso ☐ Todos

¿Qué objetivo tiene?

☐ Lúdico ☐ Didáctico

¿En qué asignaturas se utiliza el huerto?

☐ Lengua Vasca y Literatura ☐ Lengua Castellana y Literatura ☐ Educación Física

☐ …… (se listaron todas las asignaturas descritas en el curriculum) ☐ Todas

¿Cómo se trabaja? Pon un ejemplo.

EDUCACIÓN SECUNDARIA

¿En qué curso se utiliza el huerto?

☐ 1er curso ☐ 2º curso ☐ 3º curso ☐ 4º curso ☐ Todos

¿Qué objetivo tiene?

☐ Lúdico ☐ Didáctico

¿En qué asignaturas se utiliza el huerto?

☐ Lengua Vasca y Literatura ☐ Lengua Castellana y Literatura ☐ Matemáticas

☐ …..(se listaron todas las asignaturas descritas en el curriculum) ☐ Todas

¿Cómo se trabaja? Pon un ejemplo.

CF.75 Concepciones del Profesorado sobre Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) y Zoonosis

Damian Lampert y Silvia Porro

CONICET – Universidad Nacional de Quilmes. Roque Sáenz Peña 352, Bernal. Buenos Aires, Argentina.
Damian.lampert@gmail.com

RESUMEN

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) son padecimientos que sufren las personas a partir de la contaminación de los alimentos con agentes biológicos, productos químicos u otros materiales Las ETA de origen biológico muchas veces suelen ser consideradas como zoonosis. Este tipo de enfermedades constituyen una herramienta para la enseñanza Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Por tal motivo, es importante conocer las representaciones sociales que el profesorado presenta de las mismas. Para ello, se llevó a cabo un análisis etnográfico mediante preguntas abiertas a 21 docentes que están cursando una carrera universitaria. En relación a los resultados obtenidos, hay un mayor conocimiento de las ETA que de las zoonosis; sin embargo, son confundidas con enfermedades nutricionales. Para el caso de las zoonosis, la representación predominante es la idea de "centro" y no como de una enfermedad.

Palabras clave: Concepciones; Enfermedades Transmitidas por Alimentos; Zoonosis; Profesorado.

INTRODUCCIÓN

Las ETA son padecimientos que sufren las personas a partir de la contaminación del agua y los alimentos con agentes biológicos, productos químicos u otros materiales nocivos (Hernández Urzúa, 2016). A continuación, se resumen los tipos de contaminantes que puede tener un alimento y que puede causar una ETA en los seres humanos:

- Contaminantes biológicos: microorganismos y sus toxinas (virus, hongos, bacterias, parásitos). Por ejemplo: *Escherichia* coli; *Toxoplasma* gondii.
- Contaminantes químicos: agroquímicos, aditivos en exceso, metales pesados y derivados industriales. Por ejemplo: Arsénico de origen geológico en aguas de pozo que causa la enfermedad conocida como Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico.
- Contaminantes físicos: restos de materiales, ramas y elementos de joyería. Por ejemplo: Restos de guantes al manipular los alimentos, o ramas que puedan acompañar a frutas y/o hortalizas.
- Las ETA de origen biológico muchas veces suelen ser consideradas como zoonosis. Estas últimas son enfermedades transmitidas entre los seres humanos y los animales de forma directa (mordedura o rasguño, por ejemplo), indirecta (a partir de la contacto con fómites, como pueden ser los alimentos) y por vehículos (por ejemplo otros seres vivos).

Las ETA constituyen una temática que engloba aspectos de educación para la salud, educación alimentaria y ambiental en torno a situaciones y espacios de la vida cotidiana (Lampert, 2019). Por ejemplo, en diferentes espacios de recreo que una persona visita (como zoológicos, granjas o parques nacionales) es común el contacto con animales y la manipulación y consumo de alimentos (Lampert, 2019). Asimismo, las ETA y las Zoonosis pueden aparecer de acuerdo a múltiples procesos en los cuales influye la humanidad, como lo es el cambio climático (a partir del aumento de la temperatura de los océanos, por ejemplo) o la globalización (traslados de las personas con sus mascotas, por ejemplo) (Donoso et al., 2016). Por tal motivo, al tratarse de un tema de gran interés para la sociedad, en el que se pone en juego el rol de la ciencia y la tecnología en su prevención y propagación, su abordaje es fundamental para la educación CTS.

De esta forma, el abordaje de las ETA puede englobar aspectos de sociología, epistemología e historia de las ciencias e incluso y ser una herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de diferentes niveles educativos (Lampert y Porro, 2019a). El enfoque CTS permite al profesorado enseñar las ciencias exactas y naturales desde una situación concreta, relacionando la ciencia y la tecnología con los problemas que cada día enfrenta la sociedad (Porro, 2017). Un ejemplo relacionado a la educación contextualizada con las problemáticas sociales es la educación para la sostenibilidad que se relaciona con las problemáticas ambientales que sufre la población en la actualidad (Llinares et al., 2019). En relación a las ETA, es importante conocer las concepciones y representaciones que el profesorado presenta de las mismas; ya que ponen de manifiesto los conocimientos y experiencias sobre esta temática (Jodelet, 2011).

Investigar sobre las representaciones y concepciones incluye conocer opiniones, creencias, concepciones y percepciones que se manifestarán en sus prácticas aúlicas (Calixto Flores, 2008). De esta forma, resulta un acercamiento al tratamiento y el abordaje de una determinada temática en el aula. En relación al tema de las ETA y las zoonosis, existen muy pocos estudios relacionados a las concepciones de esta temática por parte del profesorado. Velázquez (2012) realizó una investigación cuantitativa para comparar las concepciones y comportamientos del estudiantado sobre zoonosis y tenencia responsable, que le permitió indagar sobre las prácticas que mantienen con sus mascotas y así, relacionar la transmisión de zoonosis. Otro estudio, que forma parte de una tesis desarrollada en Perú, se basa en el grado de conocimiento sobre hidatidosis en docentes de primaria, y se encontró que el 100% de la muestra analizada tenía un bajo conocimiento sobre diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, los órganos que afecta la misma, el modo de infección de huéspedes definitivos

e intermediarios (Asto Albinagorta, 2018). Asimismo, en otro estudio realizado en una universidad argentina, con estudiantes y docentes, se encontró que más del 50 % de las muestra desconoce a las ETA y las zoonosis y la importancia de las mismas en el contexto de cambio climático, social y efecto antropocéntrico (Panont y Giboin, 2016).

El objetivo de este trabajo es conocer las concepciones que tiene el profesorado de ciencias naturales sobre ETA y zoonosis. Forma parte de una investigación más amplia, correspondiente a una tesis doctoral, en la cual también se evalúan las representaciones de estudiantes de nivel medio y de carreras científico tecnológicas acordes a la temática; y a partir de allí, se pretende diseñar secuencias didácticas para el desarrollo de los temas desde un enfoque CTS.

METODOLOGÍA

Para el análisis de las representaciones sociales se llevó a cabo un estudio etnográfico mediante preguntas abiertas (Piñuel y Gaitán, 1999). Se trabajó con profesores y profesoras de ciencias naturales que cursaron la asignatura "Didáctica de las Ciencias Naturales" correspondiente a la Licenciatura en Educación en la Universidad Nacional de Quilmes. La carrera de Licenciatura en Educación es elegida por profesores y profesoras que desean alcanzar un título universitario para aumentar sus conocimientos en relación a la enseñanza de las ciencias y otras incumbencias de las ciencias de la educación.

La muestra estuvo representada por dos grupos, con un total de veintiuna personas participantes que cuentan con experiencia docente y que se desempeñan en diferentes niveles educativos: nueve personas eran del área de Biología; dos del área de Física; una del área de Geografía y Geología; seis de nivel primario y cinco de nivel inicial. Esta primera aproximación de la formación del profesorado podría plantear la hipótesis de que existe un mayor conocimiento por parte de quienes tienen formación en biología.

Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

1. ¿Qué es lo primero que se le viene a la mente con el término "Zoonosis"? Si no conoce el término, indique con qué lo relacionaría.

2. ¿ Qué es lo primero que se le viene a la mente con las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (conocidas como ETA? Si no conoce el término, indique con qué lo relacionaría.

Para el análisis de cada pregunta se utilizó una escala basada en si la representación del tema estaba Bien, Mal, Regular (por ejemplo si, la respuesta estaba incompleta) o si No Responde (NR) o No Sabe (NS). Asimismo, también se analizó, cuando la respuesta era incorrecta, con qué se asociaba la representación de la temática. Se utilizó una categorización, que se representa en la siguiente tabla, para establecer el criterio para la correcta o incorrecta concepción de las enfermedades:

CONCEPCIÓN	ZOONOSIS	ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS
Correcta (Bien)	Enfermedades que se transfieren entre los seres humanos y los animales	Enfermedades que se transfieren por la contaminación de los alimentos por factores físicos, químicos y biológicos.
Parcialmente correcta (regular)	Enfermedades que transfieren los animales hacia los humanos En esta categoría se incluye también los ejemplos que proporciona el profesorado, como rabia, toxoplasmosis, triquinosis, etc.	Enfermedad por alimentos contaminados. En esta categoría se incluye también los ejemplos que proporciona el profesorado, como salmonelosis, Síndrome Urémico Hemolítico, HACRE, etc.
Incorrecta (mal)	No son consideradas enfermedades Algún aspecto relacionado con los animales por el prefijo "Zoo" Centros, hospitales, clínicas veterinarias o similares	Enfermedades nutricionales y metabólicas (Diabetes, colesterol) Trastornos alimentarios (Anorexia, bulimia)

Tabla 1. Categorización para la concepción de ETA y zoonosis.

Resultados y discusión

Para el caso de las ETA, solo 7 personas las definieron de forma correcta. Otras nueve personas dieron información incompleta. Asimismo, tres respondieron mal y dos no contestaron. Los resultados, en porcentajes, se presentan en la figura 1.

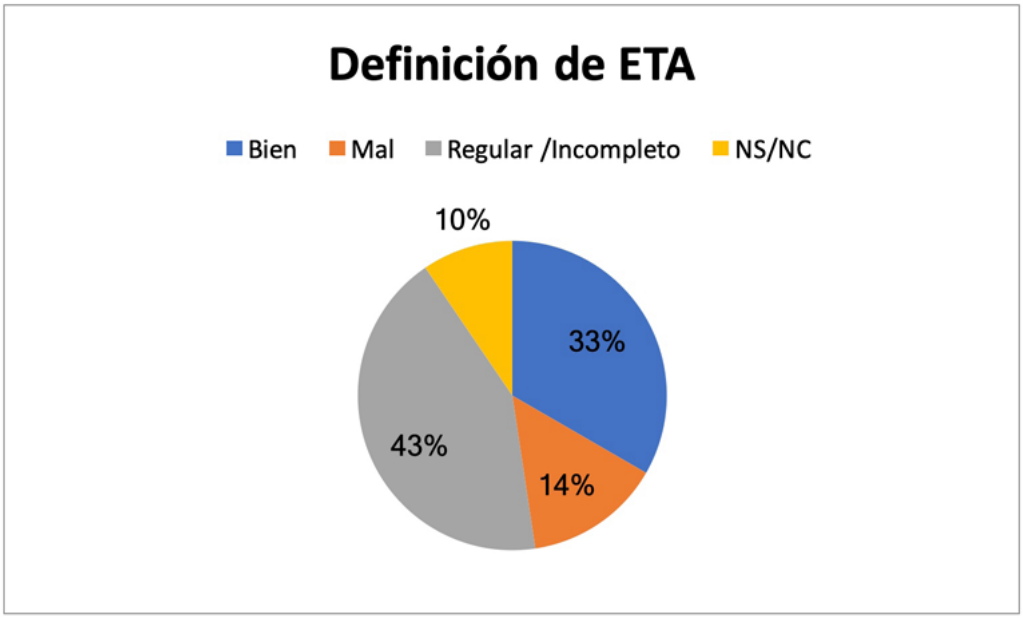


Figura 1. Representaciones sociales de las ETA.

"Entiendo que es un virus o un bacilo que entra a nuestro organismo a través de los alimentos"

"son por alimentos no cocidos como la carne vacuna"

"son causadas por bacterias y parásitos"

"no se ninguna, solo sé que son transmitidas por verduras o la yema cruda del huevo"

El 14% correspondiente a respuestas erróneas, se relaciona con la confusión de considerar a las ETA como enfermedades Nutricionales o Metabólicas. De esta forma, el profesorado menciona a la diabetes, la hipertensión arterial, la anorexia o la bulimia. Asimismo, mencionan que son enfermedades relacionadas con la nutrición. En este punto es importante señalar que el profesorado toma como similares los conceptos de "Nutrición" y "Alimentación". La alimentación se trata de un proceso voluntario y consciente mientras que la nutrición, son procesos automáticos, involuntarios y continuos que tienen lugar a nivel celular (España, Garrido y López, 2014).

En relación a las zoonosis, nueve personas respondieron mal, cuatro de forma correcta, uno de de forma regular y siete personas no respondieron. La figura 2 muestra los resultados porcentuales.

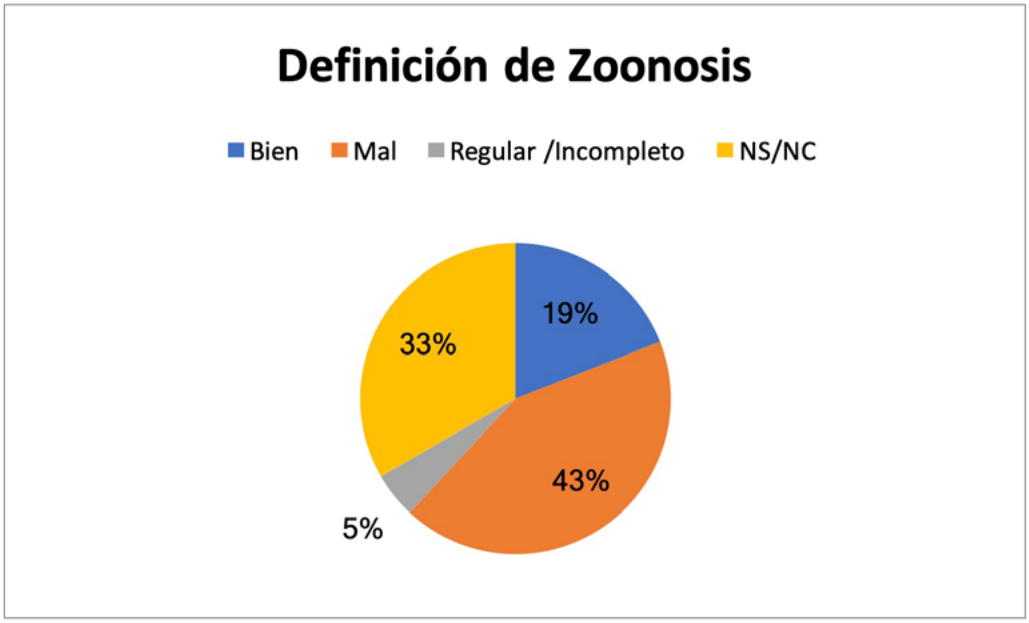


Figura 2. Representaciones sociales de las Zoonosis.

Entre el 19% de las personas que respondió de forma correcta, razonaron el término a partir de la composición de la palabra:

"razonando la terminación de la palabra o vocablo podría ser una patología causada por un animal o por medio de un animal"

"supongo que es algo relacionado con los animales y las enfermedades (prevención)"

"hospital, creo yo a nivel municipal que se ocupa de los animales (cuidados, problemáticas, vacunas)"

"es un área del municipio donde trabajo (...) que se ocupa de castrar los animales"

"castrar al perro"

"es un hospital veterinario"

"tiene que ver con la desparasitación de los animales"

CONCLUSIONES

Las concepciones constituyen una herramienta de interés en la investigación en temas de formación del pro-

fesorado que permite tener una aproximación a cómo es el abordaje de diferentes contenidos y, a partir de ello, establecer de qué forma se podría mejorar la enseñanza de aquellas concepciones erróneas en diferentes asignaturas.

En relación a los resultados obtenidos, hay un mayor conocimiento de las ETA que de las zoonosis.

Estos resultados nos permiten plantearnos futuros interrogantes sobre si el profesorado cuenta con asignaturas, en su formación, que le permiten desarrollar la temática. De no ser así, es importante la incorporación de diferentes secuencias didácticas en alguna asignatura acorde, para fomentar la enseñanza de estos temas CTS que son de gran importancia para la vida cotidiana.

En este caso particular, al tratarse de una asignatura de didáctica, se realizaró una secuencia didáctica para mejorar las concepciones del profesorado y que le permitan incluir estas temáticas en sus actividades aúlicas. Sobre todo, aunque no se haga mención explícita de las ETA en los diseños curriculares de nivel medio, se mencionan ejemplos y posibles estudios de casos en asignaturas de medio ambiente, química, educación para la salud y biología (Lampert y Porro, 2019b).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asto Albinagorta, C. A. (2018). Grado de conocimiento sobre hidatidosis en los docentes del nivel primario en el distrito de Huando-Huancavelica 2018. Tesis Para Obtener El Grado Académico De: Maestro en Gestión de los servicios de la Salud. Escuela de Posgrado Universidad Cesar Vallejo. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26203/asto_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y (última visita 30/04/2020)

Calixto Flores, R. (2008). Representaciones sociales del medio ambiente. *Perfiles educativos*, *30(120)*, 33-62.

CVPBA. (2016). Repensar y fortalecer los centros de zoonosis. Recuperado de: http://cvpba.org/noticias/institucionales/repensar-y-fortalecer-los-centros-de-zoonosis/ (última visita 21 de febrero de 2020)

Donoso, S., Gadicke, P., & Landaeta, C. (2016). Las zoonosis transmitidas por alimentos pueden afectar su epidemiología, producto del cambio climático y los procesos de globalización. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, *32(2)*, 149-156.

España, E., Garrido, A. C., & López, Á. B. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *32(3)*, 611-629.

Hernández Urzúa, Miguel. (2016). *Microbiología de los Alimentos: fundamentos y aplicaciones en la salud*. México: Editorial Medica Panamericana.

Jodelet, D. (2011). Aportes del enfoque de las representaciones sociales al campo de la educación. Espacios en Blanco. *Revista de Educación*, *21*.

Lampert, D. (2019). *Espacios con Zoonosis y Alimentos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Autores de Argentina.

Lampert, D. y Porro. S. (2019a). ¿Se incluyen contenidos relacionados con las enfermedades transmitidas por alimentos en el nivel secundario de la provincia de Buenos Aires? *Revista QuimicaViva*, *3*, (18). Recuperado de: http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v18n3/E0169.html

Lampert, D., & Porro, S. (2019b). Innovations in the Development of Critical Thinking and the Teaching of the Nature of Science and Technology: Background and Proposal for Food Engineering Course of Studies. *In HEAD'19. 5th International Conference on Higher Education Advances* (pp. 261-269). Editorial Universitat Politècnica de València.

Llinares, M. C., García-Berlanga, O. M., Solís, À. U., & Peña, A. V. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *37(1)*, 157-175.

Panont, G & Giboin, G. (2016). *Percepción de la comunidad universitaria de la UCCuyo-Sede San Luis del concepto de Salud, Zoonosis, ETAs y de factores implicados*. http://fcv.uccuyosl.edu.ar/images/2019/investigacion/2cPercepcin_de_la_comunidad_universitaria_-_Gustavo_Giboin.pdf (última visita 30/04/2020)

Piñuel, J.L. & Gaitán, J.A. (1999), Metodología general. *Conocimiento científico e investigación en la comunicación social*, Madrid, Síntesis.

Porro, S. (2017). La formación del profesorado en ciencias exactas y naturales: Perspectiva ciencia, tecnología y sociedad. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales-Universidad Nacional de Jujuy, (51)*, 99-110.

Velásquez, F. (2012) Zoonosis y tenencia responsable de animales de compañía: un estudio con alumnos de educación básica de la región metropolitana de Chile. *Tesis de Maestría, Maestría en Ciencias de la Educación, Universidade de Minho*.

CF.76 Análisis de la actividad docente en bioética en el profesorado de cultura científica de bachillerato

Sergio Calavia Lombardo, Beatriz Bravo Torija y María José Gil Quílez

Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza y y Universidad Autónoma de Madrid (Departamentos de Didácticas Específicas). E-mails: scalavia@unizar.es , quilez@unizar.es y beatriz.bravo@uam.es

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la actividad docente en bioética de un grupo de 25 profesores que imparten la asignatura de cultura científica de 1º de bachillerato. Se busca conocer cuáles son los temas y contenidos de bioética más abordados y el conocimiento que poseen sobre ellos e identificar qué metodologías y estrategias son las más empleadas en el aula por los docentes y los objetivos persiguen con ellas. Se realizó un cuestionario *ad-hoc* con preguntas abiertas y cerradas, previamente validado por expertos. Los datos cualitativos fueron analizados mediante codificación de las respuestas abiertas. Los resultados muestran que, a pesar de que los docentes presentan una escasa formación en bioética, un gran porcentaje trabaja contenidos que presentan conflictos éticos, destacando la biotecnología como uno de los principales. El cine y planteamiento de debates son las estrategias de trabajo más empleadas, y entre los objetivos a alcanzar, se encuentran el desarrollo del pensamiento crítico, la toma de decisiones y la argumentación.

Palabras clave: cultura científica; bioética, estrategias metodológicas, bachillerato

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

La bioética, término designado por Potter en los años 70, se ha convertido en nuestra sociedad en un área fundamental para complementar la formación de nuestros jóvenes en colegios e institutos. En este sentido, el alumno debe percibir que no hay una discontinuidad entre los conocimientos técnicos que se le está enseñando y los conocimientos bioéticos que se quieren mostrar. Desde el comienzo deberían comprender que ambos están unidos (González, 2012).

En la actualidad, es muy limitado el número de programas educativos que incluyan contenidos bioéticos. La asignatura de cultura científica, es una excepción a este hecho. Esta materia fue impartida por primera vez en el curso escolar 2008-09, y entre sus objetivos destaca: reconocer en algunos ejemplos concretos de la influencia recíproca entre el desarrollo científico-tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce (Luque, 2010).

Existen numerosos estudios donde se abordan aspectos de los contenidos científicos, pero muy pocos donde se centran en los problemas éticos que surgen de estos conocimientos. Además, el desarrollo de la asignatura exige que el estudiante tenga que juzgar la fiabilidad de determinadas informaciones o la calidad científica de alguna encuesta, operaciones de interés para su formación académica y ciudadana (Acevedo et al., 2005). Es entonces, imprescindible que se conozca cómo se organiza una investigación, cuáles son las operaciones típicas del quehacer científico y cómo valorar la calidad científica de una explicación (Chalmers, 1992).

Según Jiménez Aleixandre (2010) las controversias sociocientíficas, son dilemas o controversias sociales que tienen su base en nociones científicas, pero que además se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales. Si la educación científica ha de servir para el ejercicio de la ciudadanía, y ésta no puede concebirse sin referencia a la participación social, es vano ejercicio retórico la reivindicación de una alfabetización tecnocientífica que no contemple procedimientos que hagan real y cotidiano el ejercicio de la toma de decisiones por los alumnos sobre cuestiones relacionadas con el desarrollo científico-tecnológico (Martín Gordillo, 2005).

La necesidad de incorporar el pensamiento bioético en las acciones cotidianas, particularmente en la enseñanza, queda de manifiesto en los acuerdos de la UNESCO en el Artículo 23 “Educación, formación e información en materia de bioética” (2005).

Todo esto exige por lo tanto una adquisición de actitudes y capacidades por parte del profesorado para poder trabajar estos temas en el aula, siendo relevante comprender y analizar cómo los docentes desarrollan los aspectos bioéticos y controversias sociocientíficas en la asignatura de cultura científica de 1º de bachillerato. Tema poco explorado por la investigación educativa. Por ello, los objetivos de investigación son los siguientes:

1. Conocer cuáles son los temas y contenidos de bioética más abordados y el conocimiento que consideran que poseen sobre ellos.

2. Identificar qué metodologías y estrategias son las más empleadas en el aula por los docentes y qué objetivos persiguen con ellas.

METODOLOGÍA

Considerando los objetivos planteados, en este trabajo se parte del análisis de un cuestionario dirigido al profesorado sobre cómo abordan los temas de bioética en su aula.

Las preguntas del cuestionario diseñado para este estudio hacen referencia a los contenidos de bioética impartidos y actividades desarrolladas en la asignatura de Cultura Científica de 1º de bachillerato. Para su diseño se tuvo en cuenta el currículo aragonés (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo) y se tomó como referente los

principales contenidos de los libros de texto (cinco editoriales de 1º de bachillerato) (Calavia, Bravo y Quílez, 2018) (Tabla 1).

El cuestionario contenía tres preguntas cerradas, tres preguntas abiertas y dos restantes que combinaban ambas opciones. Este fue validado por académicos y profesionales de didáctica, bioética y enseñanzas medias, de esta forma se pretendía buscar aportaciones desde la interdisciplinariedad. En concreto por, cuatro profesores del Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad de Zaragoza, dos profesores de Instituto y dos expertos en bioética. En el proceso de validación una gran parte de las cuestiones de conocimientos sobre bioética fueron eliminadas, debido a que no suministraban información relevante dado los objetivos de investigación. Se elaboraron una serie de cuestiones en relación a los objetivos planteados (ver tabla 1).

Dicho cuestionario fue enviado vía on-line a los profesores de 1º de bachillerato que imparten la asignatura de cultura científica en Aragón. Pasados dos meses, se recogieron 25, que son los analizados en este estudio. Ocho de los docentes encuestados tenía menos de 10 años de experiencia docente, 11 de ellos entre 11 y 20 años, y los seis restantes más de 20 años. Trece eran mujeres y doce hombres.

Tabla 1. Se muestran las cuestiones planteadas en relación a los objetivos propuestos.

Objetivos Planteados	Cuestiones	Tipo de cuestión	Aclaraciones
1. Conocer cuáles son los temas y contenidos de bioética más abordados por los docentes y el conocimiento que ellos consideran que poseen sobre ellos.	1-¿Tiene formación en bioética? (curso, postgrado, charlas, autoformación...) ¿Se considera suficientemente formado en bioética?	Cerrada y abierta.	Los docentes responden sí o no (cerrada). Pero pueden hacer matizaciones en la segunda parte de la cuestión (ejemplo: tipo de formación, argumentar por qué están suficientemente formados...).
	2-Si no se formó, ¿considera necesario para el desempeño de la asignatura de cultura científica formarse en bioética? ¿Por qué?	Abierta	-Se busca conocer la sensibilidad y cultura bioética del docente. También valorar la importancia de dicha formación y cómo trasladarla al aula.
	3-Señala todos los contenidos que desarrolles o tengas intención de desarrollar en el aula durante este curso escolar.	Cerrada	Las opciones planteadas se han elaborado teniendo en cuenta el currículo aragonés y los contenidos bioéticos presentes en las cinco editoriales (Calavia, Torija y Quílez, 2018).
	4- Si has señalado más de tres casillas en la cuestión anterior marca los tres temas que más tiempo y trabajo dediques en el aula.	Cerrada	Se busca conocer en qué campos de la bioética dedican más tiempo los docentes con el fin de comparar con otros estudios previos.
	5- Con respecto a la cuestión anterior, justifique por qué considera que los temas seleccionados que son los más adecuados o a los que hay que dedicar una mayor cantidad de tiempo.	Abierta	Se busca conocer los argumentos, razones o motivos por los cuáles los docentes seleccionan dichos contenidos.
2. Descubrir qué metodologías y estrategias son las más empleadas en el aula por los docentes y qué objetivos persiguen que alcancen sus alumnos.	6-¿Utilizas libro de texto en la asignatura de cultura científica de 1º de bachillerato? (en caso afirmativo señale la editorial). En caso de respuesta negativa indique el por qué.	Cerrada y Abierta	Se busca conocer la fuente u origen de los contenidos (cambian dependiendo de la editorial). Al mismo tiempo los materiales utilizados por el docente pueden estar relacionados con las estrategias metodológicas.
	7- ¿Cómo sueles trabajar en el aula los temas bioéticos señalados? (señala desde 1 hasta 3 como máximo).	Cerrada	Las opciones planteadas se han elaborado teniendo en cuenta en la bibliografía las estrategias más habituales para trabajar controversias sociocientíficas, dilemas bioéticos o temas CTS (ciencia, tecnología y sociedad).
	8- En relación a la actividad docente sobre temas de bioética señale cuál es el objetivo general que se persigue. ¿Qué es lo que se quiere que los alumnos aprendan?	Abierta	Se busca conocer cuál es el fin pedagógico y didáctico a la hora de plantear y desarrollar las actividades programadas (debate, cineforum, proyectos...)

El proceso de convertir las respuestas individuales en categorías se llama codificación (Arley y Gómez, 2014). En las preguntas abiertas, se hizo la codificación de las respuestas después del trabajo de campo, a través de un análisis de contenido (Amérigo, 1993). Las unidades de análisis son aquellos elementos del texto que van a tenerse en consideración para el análisis y que van a ser objetos de clasificación. El tema es utilizado generalmente como unidad de registro para estudios de motivaciones, opiniones, actitudes, valores, tendencias, etc. La categorización tiene por objetivo suministrar por condensación una representación simplificada de los datos brutos (Espín, 2002).

En las cuestiones abiertas la unidad de registro utilizada fue el tema, cuyo recuento se llevó a cabo por la presencia o ausencia de determinados elementos (las respuestas textuales similares se agrupaban al nombrar ideas comunes). El criterio de categorización fue semántico, elaborándose un sistema de categorías temáticas a posteriori (ver aclaraciones en cuestiones 2, 5 y 8 de la tabla 1). En las preguntas cerradas, al no ser muy elevado el tamaño muestral, también se presentan los resultados en valores absolutos.

RESULTADOS

Las cuestiones planteadas junto a los resultados obtenidos se presentan a continuación, relacionándolos con los objetivos del estudio.

Primer objetivo: Conocer cuáles son los temas y contenidos de bioética más abordados por los docentes y el conocimiento que poseen sobre ellos. En relación a la formación bioética son dieciséis docentes quienes no la tienen y nueve que sí.

Los docentes formados lo hicieron mediante curso de verano, curso corto de 20 horas y asignatura de la carrera, los seis restantes no lo indican. A la pregunta: "Si no se formó, ¿Considera necesario para el desempeño de la asignatura de cultura científica formarse en bioética? ¿Por qué?" Se presentan las contestaciones de los docentes a continuación:

-Respuestas donde se argumenta que no es necesario. No se repite ninguna respuesta.

"*Porque creo que no es necesaria una formación específica en bioética para hablar y debatir sobre ciertos temas. Cada profesora o profesor puede buscar recursos que den pie a ese debate o información necesaria para transmitir al alumnado*"

"*No necesariamente. Ya tenemos formación en una carrera de ciencias y con la formación personal podemos tener un criterio y dar la información de la asignatura de forma objetiva y completa*"

"*El nivel que se da en ningún momento llega a preguntarse tales cuestiones. Y los alumnos tampoco tienen, en mi opinión los conocimientos básicos necesarios para poder siquiera plantearse tales cuestiones*"

"*Gracias a la bibliografía, internet, medios de comunicación y sentido común puede tratarse en clase*" "*No. Hay mucha información que puedes encontrar*".

-Respuestas donde se argumenta que sí es necesario. En paréntesis aparece la frecuencia absoluta de repetición de respuesta.

"*Es imprescindible, pues en esta asignatura se tocan temas importantes sobre la vida humana*" "*Sólo necesario para algunos aspectos del programa. Muchos de los temas que se abordan tienen implicaciones éticas importantes*" (2)

"*Sería interesante que el profesorado responsable de esta materia los hiciera, pero no lo veo tan necesario como para ser requisito indispensable para impartir la materia*" "*Sería conveniente. Nunca he visto un curso al respecto para profesores*" "*No estaría mal asistir a una pequeña conferencia de una sesión de una hora con los alumnos*" "*Sí, puesto que se debería de transmitir al alumnado conceptos e inquietudes sobre este tema*" "*Sí, porque es un tema que cada vez está cobrando más relevancia*" "*Si, como en toda asignatura es necesario un mínimo de información*" "*Si, para poder transmitir mejor a los alumnos*" "*Si, ya que la formación es indispensable en cualquier tema y más en este*" (1)

Se presentan a continuación (Figura 1 y 2) los resultados con respecto a las cuestiones: "Señala todos los contenidos que desarrolles o tengas intención de desarrollar en el aula durante este curso escolar" y "Si has señalado más de tres casillas en la cuestión anterior marca los tres temas que más tiempo y trabajo dediques en el aula".

Figura 1. Número de docentes que desarrollan dichos contenidos

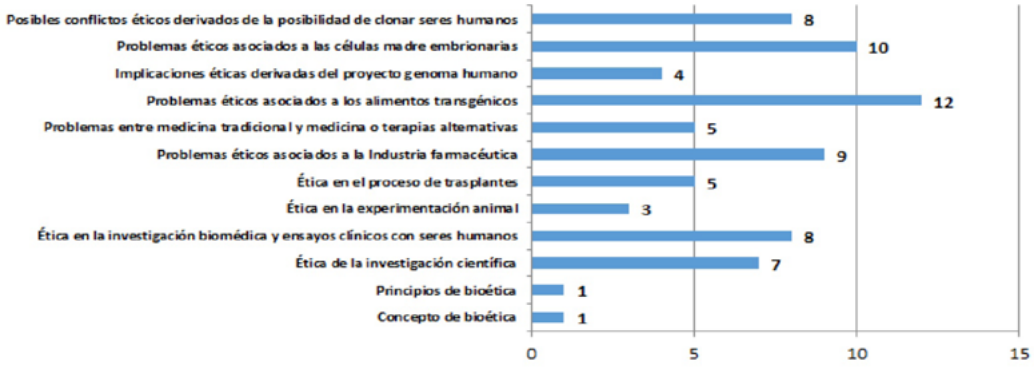


Figura 2. Temas a los cuáles los docentes dedican más tiempo en el aula. El valor indica el número de docentes que señalan dichos temas.

En la figura 1 destacan los 19 docentes que señalan dos temas del área de ciencias de la salud (investigación farmacéutica e investigación biomédica) y de la ingeniería genética (células madre y alimentos transgénicos). Dichos resultados son reafirmados en la figura 2 al señalarlos como aquellos a los que los docentes dedican más tiempo.

Cuando se pregunta a los profesores "¿por qué consideran que los temas seleccionados son los más adecuados o a los que hay que dedicar una mayor cantidad de tiempo?" responden de la siguiente manera (en paréntesis se señalan las frecuencias absolutas).

-Por su importancia actual (5) y relación con los avances médicos (3)

-Me parecen temas interesantes. Son necesarios para formar una ciudadanía responsable y consciente. (4)

-Son temas que se hablan en la calle (3), generan controversia (2) y es importante explicar bien los temas para que la desinformación y la manipulación no les haga tener una opinión equivocada del tema.

-Son curriculares y relacionados con el temario (3). Por la distribución de los temas a lo largo del curso y la adecuación a la forma de trabajarlos. Son temas más generales.

-Son temas relativamente emergentes con gran impacto mediático y difusión (2) y con importantes conse-

cuencias sociales y económicas. Son cercanos a los alumnos y crean mayor sensibilidad en estos (2).

-Tener un conocimiento general de en qué consiste la Bioética. Es algo que afecta directamente al ser humano (1).

Respecto al segundo objetivo: identificar qué metodologías y estrategias son las más empleadas en el aula por los docentes y qué objetivos persiguen que alcancen sus alumnos.

En la pregunta: "¿Utilizas libro de texto en la asignatura de cultura científica de 1º de bachillerato? (en caso afirmativo señale la editorial). En caso de respuesta negativa indique el por qué". Ocho son los docentes que utilizan libro de texto. Diecisiete no lo utilizan. De los docentes que no utilizan, cinco de ellos imparten clase con apuntes y material propio, cuatro no contestan y el resto trabaja por proyectos, organiza debates, analiza artículos de revistas científicas, noticias recientes de interés, libros científicos, proyección de vídeos y trabajos grupales cooperativos. También se hace hincapié en algún caso a que los libros apuntan más hacia un conocimiento tecnológico y técnico que científico, además pueden quedarse obsoletos.

Seguidamente, en la figura 3 se presentan los resultados de la pregunta: "¿Cómo sueles trabajar en el aula los temas bioéticos señalados? (señala desde 1 hasta 3 como máximo)"

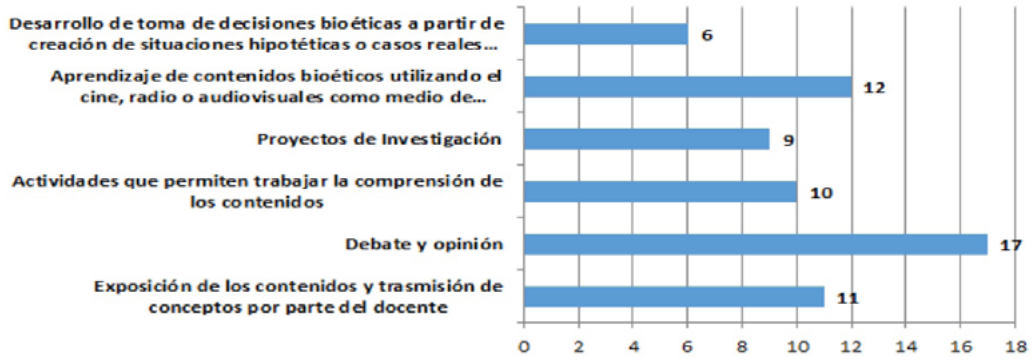


Figura 3. Metodologías de trabajo más usadas por los docentes para trabajar la bioética en el aula. El valor indica el número de docentes que señalan dicha estrategia o metodología de trabajo.

El debate y opinión representan el resultado más destacado, seguido por el resto de estrategias más tradicionales (actividades 10 y clase magistral 11) junto a metodologías más activas (cineforum 12, proyectos 9 o dilemas éticos 6).

Para finalizar se exponen las contestaciones a: "En relación a la actividad docente sobre temas de bioética, señale cuál es el objetivo general que se persigue. ¿Qué es lo que se quiere que los alumnos aprendan?". Las respuestas se presentan a continuación junto a la frecuencia absoluta en caso de repetición. El alumnado debe desarrollar espíritu crítico (12) y capacidad de reflexión (3).

-Que sean capaces de argumentar si están a favor o en contra, o por lo menos intentar forjarse una opinión fundamentada (4).

-Que sean capaces de aprender a tomar decisiones (3).

-Que desarrollen la curiosidad, debatan, se informen, investiguen con rigor, respeto y también con humildad. Empatizar con personas enfermas, aprender el respeto a la vida (2)

-Escuchar y respetar opiniones diferentes. Valorar las ventajas y los riesgos de la investigación científica y concienciación sobre los problemas que implica. La necesidad de plantearse cuestiones éticas. Que los alumnos aprendan que hay una normativa. Que vean la implicación científica en temas médicos de actualidad (1).

Para el profesorado, que el alumnado desarrolle un espíritu crítico destaca por encima del resto.

Discusión y conclusiones

En primer lugar, a pesar de que Pedrinaci (2006) destaca que es importante que los estudiantes no solo conozcan, por ejemplo, qué son y para qué sirven las células madre del cordón umbilical, sino también que entiendan, por ejemplo, los valores que hay implicados en la aprobación o no de su uso. Es decir que comprendan cuestiones sobre bioética. Elaborar actividades que promuevan dicha formación, así como guiar a los alumnos en el proceso, requiere una formación docente específica, sin embargo, como muestran los resultados, 16 de los 25 profesores encuestados no tienen ninguna en bioética. Llama la atención las razones con las que justifican dicha falta de formación, entre las que destacan declarar que no es necesario tener dicha formación para hablar de ciertos temas, que los alumnos no son lo suficientemente maduros como para trabajar dichos aspectos o que con la formación técnica científica no es necesaria complementar dichos conocimientos. En referencia a aquellos que señalan que se ha de poseer una formación en bioética, siete de 12 destacan por su rotundidad, y el resto lo nombran como algo interesante, conveniente, que no estaría mal o que ya forma parte intrínseca en el contenido a impartir.

Respecto al uso de materiales, son mayoría los docentes que apuestan por una preparación autónoma de la materia utilizando recursos propios, argumentan que es una asignatura que "da juego" para trabajar de otra forma. Además, los conocimientos científicos se van actualizando y por tanto las noticias de prensa, vídeos o elaboración de materiales más acordes con la actualidad parece ser más adecuados para desarrollar su actividad docente.

En los contenidos a desarrollar los docentes apenas dedican tiempo a explicar el concepto y principios de la bioética y en cambio sí trabajan el resto de temas donde el denominador común son los problemas éticos que presentan. Uno de los inconvenientes es la falta de tiempo para profundizar en estos aspectos como citan Jiménez-Aleixandre y Agraso (2006): "*En nuestra opinión sería más fructífero abordar una pequeña selección de estas cuestiones en profundidad, más que tratarlas todas superficialmente. Para poder desarrollar una postura crítica y razonada sobre estas cuestiones es necesario dominar contenidos de distinto tipo*".

Un ejemplo de lo que aporta el trabajo de la bioética sería el programa "Bioética en las aulas", desarrollado por la comunidad autónoma de Asturias, donde alumnos de 4ºESO representaron el papel de Comités de ética asistencial y compartían conclusiones en un Congreso global (De Dios y García, 2015).

Los docentes justifican la selección de dichos contenidos resaltando que son temas de actualidad importantes, que son interesantes y que están relacionados con los avances médicos, aunque no queda claro exactamente qué quiere decir que son importantes, podría estar relacionado con la aparición en prensa o medios de comunicación de dichos temas científicos. El resto de las respuestas son variadas y hacen referencia a las consecuencias económicas y sociales, a la controversia que generan, presencia en el currículo o que son de interés para el docente. Entre los temas seleccionados, destacan dos: las células madre embrionarias con fines terapéuticos (señalados por 10 profesores) y los alimentos transgénicos (indicado por 12). Este resultado muestra cierta coherencia con los resultados encontrados por Moreno y Jiménez-Liso (2012) quienes mostraron que la biotecnología era uno de los temas más comunes en la revisión realizada.

En cuanto a las metodologías y estrategias de trabajo más usadas por los docentes para trabajar la bioética en el aula, 17 realizan debates y un 12 utilizan el cine o medios audiovisuales para tratar temas bioéticos. Películas como Gattacca (Genética), Estallido (armas biológicas) o El origen del planeta de los Simios (evolución)

son algunos ejemplos. Fernández-González (2008) desglosa los dos objetivos principales de la asignatura de cultura científica (entonces llamada ciencias para el mundo contemporáneo): "*Desarrollar una cultura para la participación ciudadana a través de cuestiones cotidianas y de repercusión social y conocer mejor el mundo y los grandes debates de la sociedad que conciernen a la ciencia, la tecnología y el medioambiente*". Por tanto, el debate sería una estrategia apropiada para esta asignatura. Seis profesores trabajan la toma de decisiones en situaciones hipotéticas donde estén presentes conflictos éticos. Todos ellos consideran que de esta forma su alumnado podría mejorar la argumentación científica y el pensamiento crítico. El objetivo principal para los docentes es el desarrollo del pensamiento crítico, la toma de decisiones por parte del alumnado, la capacidad de reflexión y de argumentar con fundamentos sólidos. El debate, que es una actividad propia de la asignatura de Lengua Castellana, fomenta la búsqueda de información, lectura, desarrollo, fundamentación y defensa de opiniones personales (Calavia, 2017). Así que, la bioética y el desarrollo de sus contenidos, podría ser una excelente herramienta de trabajo en la asignatura de cultura científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, F., y Manassero, M.A. (2000). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 2(2), 121-140.

Amérigo, M. (1993). Metodología de cuestionarios: Principios y aplicaciones. *Boletín de la ANABAD*, *43*(3), 263-272.

Arley, W., y Gómez, R. (2014). Preguntas abiertas en encuestas. ¿Cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en Estadística*, *7* (2), 139-156.

Calavia Lombardo, S. (2017). La importancia de la enseñanza de la bioética en el bachillerato. *V Buenas prácticas de Innovación docente en el Espacio europeo de educación superior* (pp.335-352). Zaragoza: Universidad de San Jorge.

Calavia Lombardo, S., Bravo Torija, B. & Quílez, M.J. (julio, 2018). *Analysis of the contents of bioethics topics in Science Culture textbooks*. XII Conference of European researchers in Didactics of Biology ERIDOB'18, Zaragoza.

Chalmers, A. F. (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. España: siglo veintiuno editores, sa.

De Dios, D., y García, E. G. (2015). "Bioética en las Aulas" o cómo acercar los Comités de Ética Asistencial a la Comunidad. *RqR Enfermería Comunitaria*, *3*(1), 7-24.

Espín López, J. V. (2002). El Análisis de contenido: una técnica para explorar y sistematizar información. XXI. Revista de Educación, *4*, 95-105.

Fernández-González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 185-199

Gónzalez, J. S. (2012). ¿Cómo podemos enseñar la Bioética? *Revista Ene de Enfermería*, *6* (1), 15-22.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez-Aleixandre, M. P., y Federico Agraso, M. (2006). ¿Clonación terapéutica?: decisiones sobre dilemas éticos en el aula. *Alambique*, 49, 43-50.

Luque, N. (2010). Ciencias en el Bachillerato: Ciencia en el mundo contemporáneo. Una oportunidad para desarrollar la cultura científica ciudadana en el aula. *Revista encuentros en la Biología*, 3 (130), 45.

Martín, M. (2005). Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(1), 38-55.

Moreno, N. D., y Jiménez-Liso, M.R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9 (1), 54-70.

Pedrinaci, E. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana? *Alambique*, *49*, 9-19.

UNESCO, Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos, París, 2005.

CF.77 Percepciones de una maestra sobre Grupos Interactivos en Ciencia

Adrián Martínez Beato[1], María Ángeles de las Heras Pérez[2], Granada Muñoz Franco[3]

Universidad de Huelva.[1]adrimabeato@gmail.com, [2]Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva, [3]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.

RESUMEN

En este trabajo se pretende identificar qué Actividades Experimentales se llevan a cabo en Grupos Interactivos en Ciencia y registrar y analizar las percepciones de la maestra sobre dicha sesión. Para ello se ha realizado una investigación cualitativa en un centro educativo de la provincia de Sevilla que trabaja como Comunidad de Aprendizaje. En ella han participado tres voluntarias, una maestra y 15 alumnos y alumnas que formaban parte de la dinámica de trabajo generada por Grupos interactivos. Se recopiló la información proporcionada por la maestra y se utilizó como principal instrumento de recogida de datos la entrevista. Los resultados mostraron que las Actividades Experimentales en Grupos Interactivos estaban descontextualizadas, las ideas de los alumnos no eran tenidas en cuenta y se ponía de manifiesto la necesidad de formación del voluntariado. Se concluye destacando que las Actividades Experimentales no estaban enmarcadas dentro de una perspectiva indagatoria y que seguían un guion muy cerrado y prediseñado, que impedía a los alumnos participar en el diseño y desarrollo de la propia Actividad Experimental.

Palabras clave: Enseñanza y aprendizaje de la ciencia; Actividades Experimentales; Grupos Interactivos; Comunidades de Aprendizaje y Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La enseñanza que hoy conocemos como "tradicional" sigue formando parte de la realidad de muchas de las aulas de Educación Primaria en nuestro país (Cañal, Criado, García-Carmona & Muñoz, 2013). Según Ahumada (2001), en este tipo de enseñanza el alumnado pasa a ser un receptor pasivo cuyas ideas e interrogantes no son tenidas en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es por ello que muchas escuelas dan un paso y apuestan por el diálogo, las interacciones y la participación activa de las familias y de las personas del entorno (Folgueiras, 2011).

En nuestro país ya existen en torno a doscientos centros que se han convertido en Comunidades de Aprendizaje (Álvarez-Álvarez, 2016). Estos centros no solo destacan por incluir en la vida diaria del aula a las personas del entorno cercano, sino que también plantean innovaciones en el ámbito educativo, como es el caso de los Grupos Interactivos. Esta estructuración del aula en Grupos Interactivos, con un voluntario por grupo, implica una dinámica de resolución de tareas en interacción y de manera dialogada entre todos los miembros del grupo (Peirats & López, 2013). Estas interacciones y diálogo fomentan, en áreas como la científica, una mayor expresión de las ideas de los alumnos y alumnas sobre los contenidos escolares de Ciencia (Solís, Porlán, Martín del Pozo & Siqueira, 2016).

En el marco de la temática descrita, nos proponemos identificar qué actividades experimentales se llevan a cabo en Grupos Interactivos en Ciencia y registrar y analizar las percepciones de la maestra sobre dicha sesión.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las escuelas que se constituyen como Comunidades de Aprendizaje, se basan en resultados de investigaciones internacionales (Gatt, Ojala & Soler, 2011) que sostienen que es necesaria "la colaboración de todas las personas adultas que se relacionan con las niñas y niños y, especialmente los familiares" (Vargas & Flecha, 2000, p.83). Es por ello que, cada vez más escuelas deciden abrirse a la comunidad y permitir la participación activa de todos y todas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los escolares de su entorno cercano, aprovechando todos los conocimientos y habilidades que las personas puedan tener (Molina, 2015).

Según Odina, Buitago & Alcalde (2009), en las aulas de estas Comunidades de Aprendizaje es frecuente que se formen grupos de alumnos junto a un voluntario. En estos Grupos Interactivos se trabaja en torno a una tarea que ha sido diseñada por el docente durante unos veinte minutos, de manera que al finalizar la sesión, los alumnos han pasado por varias tareas que se van desarrollando simultáneamente.

Siguiendo a Álvarez-Álvarez (2016), estos Grupos Interactivos se conciben como una manera flexible de organizar el trabajo en el aula para potenciar al máximo el aprendizaje instrumental, es decir, se suelen llevar a cabo en áreas como Lengua y Matemáticas. Aunque es cierto que cuando estas comunidades de aprendizaje se embarcan en una dinámica de interacciones, existen estudios que ponen de manifiesto la aplicación de Grupos Interactivos en áreas como las Ciencias Sociales o la Educación Física (Castro, Gómez & Macazaga, 2014). Por tanto, la pregunta es lícita: ¿Por qué no en Ciencia?

En Ciencia, las experiencias o Actividades Experimentales se han convertido en un recurso valiosísimo avalado por toda la comunidad internacional (Pérez, 2017). Según señalan Cañal, García-Carmona & Cruz-Guzmán (2016), llevando a cabo Actividades Experimentales los escolares elaboran conocimiento científico a partir de su interacción con objetos o fenómenos naturales. Además, este tipo de actividades garantizan la adquisición de contenidos conceptuales "mediante la realización de experimentos" (Rudolph, Maturano, Soliveres & Perinez, 2016, p.546).

Estas Actividades Experimentales deberían estar enmarcadas en una perspectiva indagatoria que tuviera a la "investigación como eje vertebrador" (Solís-Espallargas, Escriva & Rivero, 2014 p.167), investigación que es

definida por autores como Cañal et al (2016) como el proceso de reflexionar, planificar y actuar para dar una respuesta a los diferentes problemas que encontramos en nuestra vida diaria. Diferentes trabajos muestran que la enseñanza basada en la indagación tiene efectos positivos en el aprendizaje del alumnado (Cañal et al, 2016), por lo que parece adecuado introducir este tipo de enfoque en el aula (Harlen, 2013; Next Generation Science Standars [NGSS], 2013).

Este tipo de actividades permiten, tras el lanzamiento de una pregunta susceptible de ser investigada, la explicitación de las ideas de los alumnos, de las cuáles se hace necesario partir en cualquier propuesta de enseñanza y aprendizaje (Cañal et al, 2016). Es por ello que es indispensable que "el maestro esté interesado en lo que piensan los estudiantes" (Cope & Spendlow, 2015, p.33). Asimismo, es importante recordar que, "en el niño, al tratar de dar respuesta a un interrogante que se plantee, se activan al menos dos áreas del cerebro (…), cuando se aprende en respuesta a la curiosidad se puede producir un mejor y más sólido aprendizaje" (Cañal, et al, 2016, p.8). Por tanto, como docentes, hemos de prestar atención a los interrogantes que surgen en el aula, partiendo de ellos y generando oportunidades de aprendizaje, realizando una adecuada elección del objeto de estudio o tema de interés (Cañal, Pozuelos & Travé, 2005)

En nuestro país la legislación educativa vigente para la etapa de Educación Primaria (CAA, 2015) se hace eco de estos aspectos y entre sus propuestas metodológicas se incluye dicho enfoque y la recomendación de aprender a partir del planteamiento de interrogantes.

METODOLOGÍA

La investigación ha sido esencialmente cualitativa. Según Rodríguez, Gil y García (1996), la investigación cualitativa tiene como objetivo la recopilación y utilización de una gran variedad de materiales que nos evidencian una serie de rutinas en las situaciones que queremos estudiar. Siguiendo a Pardal-Refoyo (2019), tras determinar los objetivos de la investigación, se hace necesario explicitar las preguntas de investigación, pues son estas las que van a centrar los objetivos. En este sentido, este estudio parte de las siguientes preguntas susceptibles de ser investigadas:

-¿Cómo son las Actividades Experimentales que se desarrollan en Grupo Interactivos en Ciencia?

-¿Qué percepción tiene la maestra respecto a estos Grupos Interactivos?

Este estudio se desarrolla en un centro de Educación Infantil y Primaria, de titularidad pública, situado en los aledaños del municipio de Las Cabezas de San Juan, Sevilla. Han participado tres voluntarias, una maestra y la clase de 5ºA, compuesta por quince alumnos y alumnas que estaban distribuidos en tres Grupos Interactivos. En nuestro caso, esta muestra fue elegida por conveniencia, o de manera incidental, es decir, su elección estuvo determinada por la posibilidad de acceso (Del Rosal & Bermejo, 2018). Es en la maestra en la que hemos puesto el acento, ya que es la que ha diseñado las Actividades Experimentales y sobre la que hemos querido registrar y analizar sus percepciones al finalizar la sesión de Grupos Interactivos en Ciencia.

Se trata de una investigación enmarcada dentro del paradigma interpretativo, ya que siguiendo a autores como González (2001), este pretende realizar una interpretación a los hechos que ocurren en un espacio y tiempo determinado, dando así un significado a las acciones llevadas a cabo por las personas que participan en dicha actividad social. Nos hemos centrado en conocer e interpretar acontecimientos que tuvieron lugar en un aula en la que se llevaron a cabo Grupos Interactivos en Ciencia.

Se ha llevado a cabo una participación como observador no participante, tomando como instrumentos de recogida de datos un registro de dicha observación y una entrevista de carácter semiestructurada realizada a la maestra. El registro ha pretendido recoger cuestiones relativas a la organización del aula, el proceder de la tutora y de los voluntarios durante la sesión y el desarrollo de la Actividad Experimental.

Por su parte, la entrevista realizada a la tutora planteaba ahondar en sus percepciones al finalizar la sesión con las siguientes preguntas:

-¿Qué te ha parecido la experiencia de G.I en Ciencia?

-¿Notas alguna diferencia entre un G.I en Lengua o Matemáticas y uno en Ciencia?

-¿Qué puntos fuertes y débiles le ves a los G.I en Ciencia?

-¿Crees que se podría llevar a cabo de manera más asidua?

-¿Piensas que ha faltado algo o que hay algo que no termina de convencerte?

La relación entre los objetivos y los instrumentos se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 1. Relación de Objetivos e Instrumentos

OBJETIVOS	INSTRUMENTOS
Identificar qué Actividades Experimentales se llevan a cabo en Grupos Interactivos en Ciencia	Registro de Observación Entrevista
Registrar y analizar las percepciones de la maestra sobre dicha sesión	Entrevista

Las Actividades Experimentales, que fueron diseñadas por la maestra y que se llevaron a cabo en los Grupos Interactivos, incluían el bloque al que pertenecían, los contenidos abordables, nombre de las actividades, diseño y explicación científica, tal y como aparece recogido en la siguiente tabla:

Tabla 2. Actividades Experimentales realizadas en Grupos Interactivos

BLOQUE	CONTENIDOS	ACTIVIDADES. DISEÑO Y EXPLICACIÓN CIENTÍFICA
La tecnología, objetos y máquinas	Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad. Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. La ciencia: presente y futuro de la sociedad. Beneficios y riesgos de las tecnologías y productos.	Actividad 1. El globo y la lata Se infla el globo. Se frota con el pelo o con lana. Se acerca a la lata. Los globos se electrizan fácilmente. Es suficiente con frotarles con un paño de lana. Al frotar el globo, algunos electrones del paño pasan al globo, quedando este cargado negativamente. La lata es de aluminio y está formada por muchos átomos que contienen cargas positivas y negativas repartidas uniformemente por todo el metal, neutralizándose mutuamente. Al acercar el globo a la lata, los electrones del globo repelen a los electrones de la lata, de modo que en la parte de la lata cercana al globo existirá un exceso de cargas positivas, y en el lado contrario, de cargas negativas. Como cargas positivas y negativas se atraen, la lata será atraída hacia el globo.
		Actividad 2. La vela Se enciende la vela. Se tapa la vela con un vaso o botella. Al tapar la vela con el vaso o botella, la vela permanece encendida hasta que deje de existir oxígeno. Cuando ya no hay oxígeno, la vela se apaga porque el fuego necesita oxígeno.
		Actividad 3. Remolino Se realiza un agujero en los tapones de las botellas. Se llena de agua una de las dos botellas. Se enroscan los tapones (juntando las botellas) y se envuelven con cinta adhesiva, uniendo las dos botellas. Las botellas se ponen en posición vertical. El pequeño orificio que existe en los tapones permite que el agua pase de una botella a otra, creando un espacio por el que circula el aire que se encuentra dentro de la botella. Esto crea el remolino.

El análisis de los datos recogidos se ha llevado a cabo realizando una comparación entre las cuestiones recogidas en el registro de observación y los elementos extraídos de la entrevista.

Presentación y discusión de los resultados

Las Actividades Experimentales que se han desarrollado en Grupos Interactivos no han estado enmarcadas dentro de una perspectiva indagatoria, cuestión que es fundamental para autores como Solís-Espallargas et al (2014). Es la maestra, durante la entrevista, la que evidencia que ha faltado contextualización en lo que se estaba llevando a cabo en el aula:

-"Sí que es verdad también que la (sesión) de hoy está un poquito más aislada de la temática que estamos trabajando porque no nos hemos adentrado (…) estaba un poco fuera de contexto".

Cañal et al (2016) señalan la importancia de que el niño haga Ciencia. Este "hacer Ciencia" está estrechamente

vinculado a los contenidos de carácter procedimental, contenidos que, según la maestra, han estado presentes durante toda la sesión, aunque ella sostiene que las voluntarias "querían hacerlo todo y han cedido poco protagonismo a los alumnos". Además, durante su argumentación señalaba:

-"De todas maneras creo que el (contenido) procedimental tiene un gran peso porque yo trato de enfocar mucho los grupos interactivos, pues a que los niños expliquen el proceso que les ha llevado a conseguir lo que sea. Entonces, sobre todo, que se den las explicaciones entre ellos y demás. Pero falta formación".

La necesidad de formar a los voluntarios aparece en otros estudios (Ordóñez-Sierra & Rodríguez-Gallego, 2016; Ordóñez & Rodríguez, 2018) al referirse a ellos como agentes que precisan de formación y con los que hay que llevar a cabo una estrecha colaboración. Asimismo, estos y otros estudios (Álvarez-Álvarez, 2017; Ordóñez-Sierra & Rodríguez-Gallego, 2016; Ordóñez & Rodríguez, 2018) ponen de manifiesto la satisfacción de los voluntarios cuando estos son formados. A este respecto, la maestra señala:

-"Yo les he mandado por whatsapp los experimentos para que vieran los vídeos y demás y creo que hoy han aprendido que lo tienen que ver. Creo que lo han mirado de forma muy rápida y al principio las he visto un poco agobiadas. Agobiadas en el sentido de que no sabían que íbamos a hacer. Creo que les falta formación, porque yo creo que a ellas (voluntarias) esto de la Ciencia las asusta un poco porque no se ven a la altura. (…) Porque claro, sumar sabemos todas, pero… una explicación científica ya es más difícil".

Dentro de esta necesidad de formación, la maestra destaca la importancia de que las voluntarias aprendan a hacer preguntas y a preguntar qué piensan los alumnos. Ella dice: "Sería bueno que ellas aprendieran a hacer preguntas, que les preguntaran a los niños qué es lo que ellos piensan". Esto coincide con lo propuesto por Cañal et al (2016) al destacar el valor que tienen las preguntas susceptibles de ser investigadas y cómo estas son oportunidades de aprendizaje. Del mismo modo, esa necesidad de que se tengan en cuenta las ideas de los alumnos también aparece en los planteamientos de autores como Rivero, Martín del Pozo, Solís & Porlán (2017).

CONCLUSIONES

En relación a las Actividades Experimentales que se han desarrollado en Grupos Interactivos, estas ya estaban diseñadas previamente, lo cual no permite que los alumnos sean parte del diseño de las mismas, como señalan autores como Rivero et al (2017). Además, estas actividades están descontextualizadas y no están enmarcadas en una perspectiva indagatoria, tal y como la maestra reconoce en la entrevista.

Se ha podido comprobar cómo el desarrollo de Actividades Experimentales en Grupos Interactivos es posible, pero requiere de una formación específica de los voluntarios que participan en dichos grupos. Por tanto, siguiendo lo planteado por Cañal et al (2016), las Actividades Experimentales que se han llevado a cabo en esta sesión han parecido, más bien, experiencias prácticas a modo de "receta de cocina", con un diseño preestablecido y unos pasos a seguir muy pautados.

Las implicaciones que del trabajo se deducen, por tanto, van encaminadas a llevar a cabo un proceso de formación con los voluntarios en cuestiones como las ideas de los alumnos y el valor que tienen las preguntas en Ciencia, así como la importancia de que estas Actividades Experimentales que se llevan a cabo en Grupos Interactivos estén contextualizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahumada, P. (2001). *La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo*. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Álvarez-Álvarez, C. (2016). Las dificultades para innovar en la escuela: el caso de los grupos interactivos. *Inves-*

tigación en la Escuela, *88*, 127-138.

CAA. (2015). *Orden de 17 de marzo de 2015 por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía*. (BOJA de 17 de Marzo de 2015).

Cañal, P., García-Carmona, A., y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Paraninfo.

Cañal, P., Criado, A.M., García-Carmona, A., y Muñoz, M.G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de educación infantil y primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación en la Escuela*, *81*, 21-42.

Cañal, P., Pozuelos, F.J. y Travé, G. (2005) *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Díada.

Castro, M., Gómez, A., y Macazaga, A. (2014). Aprendizaje dialógico y grupos interactivos en educación física. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, *25*, 174-179

Cope, A., y Spendlow, s. (2015). *The art of being a brilliant primary teacher*. United Kigdom: Crown House.

Del Rosal, I., y Bermejo, M.L. (2018). Autoestima y autoeficacia de los alumnos de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, *1*, 329-336.

Folgueiras Bartomeu, P. (2011). Las Comunidades de Aprendizaje. La escuela de adultos de la Verneda. Una experiencia de Comunidades de Aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, *18*, 251-267.

Gatt, S., Ojala, M., y Soler, M. (2011). Promoting social inclusion counting with everyone: Learning Communities and INCLUD-ED. *International Studies in Sociology of Education*, *21(1):* 33-47

González Monteaguado, J. (2001). El paradigma interpretativo en la investigación social y educativa: nuevas respuestas a viejos interrogantes. *Cuestiones pedagógicas*, *15*, 227-246.

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: IAP.

Molina, S. (2015). La inclusión del alumnado con necesidades educativas especiales en Comunidades de Aprendizaje. *Revista OmniaSciencie*, *11 (3)*, 372-392.

Next Generation Science Standards [NGSS]. (2013). *The Next Generation Science Standards*. Washington: National Academy of Sciences.

Odina, M., Buitago, M., y Alcalde, A.I. (2009). Los grupos interactivos. *Revista Aula de Innovación Educativa*, *131*, 43-46.

Ordóñez-Sierra, R., y Rodríguez-Gallego, M. (2016). Los Grupos Interactivos como metodología didáctica en Educación Secundaria: Estudio de casos en un centro constituido en Comunidad de Aprendizaje. *Revista de Investigación en Educación*, *14(2)*, 141-155.

Ordóñez, R., y Rodríguez, M.R. (2018). Agrupamientos y organización del voluntariado en Comunidades de Aprendizaje: claves desde la perspectiva del equipo directivo. *Tendencias Pedagógicas*, *32*, 65-74.

Pardal-Refoyo, J.L. (2019). La Pregunta de Investigación. *Revista ORL*, *10*, 233-234.

Peirats Chacón, J., y López Marí, M. (2013). Los grupos interactivos como estrategia didáctica en la atención a la diversidad. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, *28*, 197-211.

Pérez Miguel, E. (2017). Experimentar en primaria: una propuesta para la didáctica de la astronomía. *Tabanque*, *30*, 115-136.

Rivero García, A., Martín del Pozo, R., Solís Ramírez, E. y Porlán Ariza, R. (2017). *Didáctica de las ciencias experi-*

mentales en educación primaria. Madrid: Editorial Síntesis.

Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J. y García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada: Ediciones Aljibe.

Rudolph, C., Maturano, C.I., Soliveres, M.A., y Perinez, C. (2016). Escribir ciencia: un desafío que comienza en la escuela primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13(3)*, 544-557.

Solís-Espallargas, C., Escriva Colomar, I, y Rivero García, A. (2014). Una experiencia de aprendizaje por investigación con Cajas negras en formación inicial de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12(1)*, 167-177.

Solís Ramírez, E., Porlán Ariza, R., Martín del pozo, R., y Siqueira Harres, J. (2016). Aprender a detectar las ideas del alumnado de Primaria sobre los contenidos escolares de ciencias. *Investigación en la Escuela*, *88*, 46-62.

Vargas, J., y Flecha, R. (2000). El aprendizaje dialógico como "experto" en resolución de conflictos. *Revista Contextos Educativos*, *3*, 81-88.

CF.78 Propuestas de enseñanza de la teoría de la relatividad restringida. Revisión bibliográfica

Xabier Prado Orbán y José Manuel Domínguez-Castiñeiras

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidad de Santiago de Compostela. fisica.visual@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta comunicación es obtener una perspectiva global sobre las propuestas de enseñanza de la Teoría de la Relatividad Restringida de Einstein. La información se ha seleccionado de las bases de datos Web of Science, Scopus, Educational Resources Information Center y Google Scholar, teniendo en cuenta los índices de valoración Journal Citation Reports (JCR), Scimago Journal Rank (SJR) e Índice Compuesto de Difusión Secundaria (ICDS). Los resultados de esta revisión bibliográfica han permitido concluir que existe una gran diversidad de propuestas para su enseñanza y han constituido parte del fundamento de una propuesta de enseñanza, basada en la geometría de Minkoski, para bachillerato.

Palabras clave: relatividad restringida; geometría de Minkowski; propuestas de enseñanza; revisión bibliográfica.

INTRODUCCIÓN

La teoría de la relatividad restringida de Einstein (en lo sucesivo, TRR), además de su relevancia en el ámbito científico, entraña un conocimiento de la Física necesario para comprender diferentes aspectos de las producciones culturales del siglo XX. Esta notabilidad se traslada al currículo de educación básica. Por ejemplo, en el de educación secundaria argentino, se contempla en el último curso del ciclo superior de la orientación de Ciencias Naturales, en el marco de la Física (DGCyE, 2010, p. 125), y en el del bachillerato español, en la asignatura de Física de segundo y último curso (BOE, 2015, nº. 3, p. 272).

La TRR, al igual que la física moderna en su conjunto, ofrece un activo campo de investigación didáctica tanto por la relevancia de sus contenidos como por el carácter contraintuitivo de gran parte de sus resultados, lo que supone un interesante problema didáctico.

Para profundizar en esta problemática, hemos formulado las siguientes preguntas de investigación cuya solución nos parece fundamental para el conocimiento de las principales dificultades y aportaciones para el aprendizaje y enseñanza de la TRR:

¿Cuál es la forma de pensar del alumnado cuando utiliza la TRR para explicar hechos y fenómenos?

¿Cuál es el pensamiento del profesorado cuando explica la TRR a sus alumnas y alumnos?

¿Qué propuestas didácticas se han diseñado y aplicado para la enseñanza y el aprendizaje de la TRR?

Para contestar dichas cuestiones se ha procedido a una exhaustiva revisión bibliográfica que nos ha permitido establecer el estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la TRR. La primera de ellas ha sido abordada en un trabajo precedente (Prado, Domínguez-Castiñeiras, Area, Paredes y Mira, 2020) y la tercera constituye el objetivo de esta comunicación: proporcionar, a la luz de investigaciones anteriores, una perspectiva global sobre las propuestas didácticas para la enseñanza de la TRR.

Este trabajo forma parte de la investigación de tesis de doctorado del primero de los firmantes (Prado Orbán, 2012) mediante la que se diseñó, aplicó y evaluó una propuesta de enseñanza, basada en la formulación geométrica de Minkowski, para la enseñanza de la relatividad restringida de Einstein (Minkowski, 2012; Naber, 2012). Dicha propuesta se investigó con estudiantes de bachillerato.

MÉTODO

Para la selección de la bibliografía analizada se han utilizado las bases de datos y se han establecido los criterios que se indican a continuación.

Recuperación de la información. Fuentes documentales

La búsqueda de la literatura se ha realizado consultando las bases de datos Web of Science, Scopus, Educational Resources Information Center y Google Scholar. Están especializadas en ciencias humanas y sociales y contienen amplia información sobre revistas y recursos relacionados con la educación.

En la fig. 1, se recoge un resumen de las revistas consultadas, el número de referencias por revista y el período de tiempo revisado (décadas), correspondientes a la investigación de tesis de doctorado citada (1960-2011) y actualizadas hasta 2020. Para la revisión se han utilizado las siguientes palabras clave: Enseñanza de las Ciencias, Relatividad restringida de Einstein, Geometría de Minkowski, Dificultades de aprendizaje, Dificultades de enseñanza, Propuestas de enseñanza (Science Education, Einstein's special relativity, Geometry of Minkowski, Learning difficulties, Teaching difficulties; Teaching proposals). Para la elaboración de este trabajo, se han seleccionado las referencias más representativas del tema abordado.

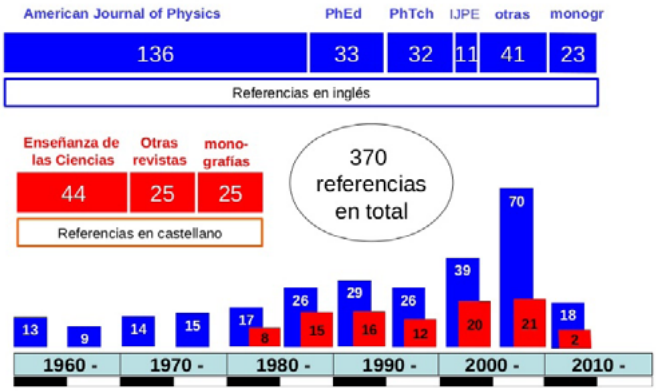


Figura 1. Revistas consultadas, número de referencias por revista y período de tiempo revisado en décadas (tomado de Prado Orbán, 2012)

En dicha figura, se indica el número total de referencias recogidas para la investigación de tesis doctoral citada. En la parte superior, resaltado en azul, se muestran las revistas revisadas en inglés, así como el número de referencias correspondientes a cada una de ellas, y las monografías consultadas. En el apartado "otras", para no complicar la figura, se agrupan las revistas en las que el número de referencias recogidas fue menos significativo. En el centro de la figura, en la parte izquierda, se representan, en rojo, las revistas redactadas en español, siguiendo la misma estructura indicada. En la parte inferior, se muestran las frecuencias de las referencias seleccionadas, en azul las escritas en inglés y en rojo las redactadas en español, distribuidas según las correspondientes décadas.

Análisis de la fiabilidad y validez de la información. Criterios de selección'

El objetivo de la revisión ha sido obtener una visión global sobre las propuestas didácticas para la enseñanza de la relatividad restringida de Einstein.

La fiabilidad y validez de los artículos se ha valorado en función de su rigor metodológico y de los criterios de calidad científica buscada. Para ello se han utilizado los índices de valoración de las revistas científicas: Journal Citation Reports (JCR), Scimago Journal Rank (SJR) e Índice Compuesto de Difusión Secundaria (ICDS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta en esta sección la revisión y análisis de las propuestas de enseñanza que hemos encontrado en la literatura sobre el tema. Se han ordenado según el objetivo didáctico al que dedican mayor atención, teniendo en cuenta como criterio organizador la importancia que conceden a las características geométrico-visuales de la teoría.

Consideramos en primer lugar aquellas propuestas de enseñanza que no conceden un papel esencial a las características geométricas de la TRR por estar basadas en estrategias generales para lograr el cambio conceptual, tanto desde una perspectiva constructivista (Gil y Solbes 1993) como por cambio conceptual, como es el caso de Villani y Arruda (1998), quienes otorgan también un papel esencial a la historia de la ciencia. Propuestas posteriores tienen en cuenta la problemática didáctica específica de los contenidos de la TRR (Arriassecq y Greca 2007) o hacen hincapié en la dificultad que entraña el cambio de paradigma de la relatividad de Galileo a la relatividad restringida (Pérez y Solbes 2003).

Presentamos en segundo lugar las propuestas en las que se simplifican los contenidos, recurriendo a menudo a gráficas e imágenes, con el fin de dirigirse a amplias audiencias o a estudiantes en edades tempranas. El mo-

tivo principal que subyace a este enfoque es la consideración de la TRR como un conocimiento necesario para todos los ámbitos, y no solo para las personas que eventualmente puedan trabajar con conceptos de la física moderna en sus actividades profesionales. Es el caso de la divulgación científica de la TRR en museos de ciencia (Johansson, Kozma y Nilsson 2006; Guisasola, Solbes, Barragues, Morentin y Moreno 2009) o de visualizaciones en las que se reduce la velocidad de la luz a una escala humana (Sherin, Tan, Fairweather y Kortemeyer 2017; Kortemeyer *et al.* 2013) o se analiza la presencia y utilidad de los experimentos mentales en los libros de texto y libros de divulgación de física moderna (Valentzas, Halkia y Scordoulis 2007). Diversos autores (Aubrecht 1989; Swinbank 1992; Ostermann y Moreira 2000) proponen actualizar los planes de estudio para introducir la física moderna a edades más tempranas, mientras Valentzas y Halkia (2013) usan experimentos mentales para presentar conceptos relativistas a los estudiantes de secundaria y Dimitriadi y Halkia (2012) concluyen que las ideas básicas de la relatividad son accesibles para aquellos. En un caso extremo de esta anticipación, Pitts, Venville, Blair y Zadnik (2014) estudiaron el efecto de materiales didácticos centrados en aspectos de la relatividad restringida y general, en niños de sexto grado de escuela primaria (10-11 años).

La TRR está estrechamente relacionada con la integración de los conceptos fundamentales de espacio y tiempo, posee por lo tanto un carácter visual y dinámico. De este modo se presentan, en tercer lugar, aquellas propuestas de enseñanza que utilizan películas y otro tipo de material audiovisual (Angotti, Caldas, Delizoicov, Rüdinger y Pernambuco, 1978). Esta característica permite también utilizar recursos audiovisuales en línea, tanto mediante hojas de cálculo (Carson 1998) como applets (Pérez y Solbes 2006) u otro tipo de software más específico denominado "Physlets" (Belloni, Christian y Dancy, 2004) y animaciones informáticas creadas con el software "Modellus" (Alonso y Soler, 2006). El software "Real Time" ha sido utilizado por Savage, Searle y McCalman (2007) para ayudar a visualizar efectos relativistas complicados, mientras que McGrath, Wegener, McIntyre, Savage y Williamson (2010) se basan en la realidad virtual, y Sherin, Cheua, Tan y Kortemeyer (2016) proponen "Open Relativity" como un laboratorio virtual, en línea y de código abierto, en el que los usuarios pueden realizar sus propios experimentos.

La geometría permite presentar conceptos abstractos sin recurrir exclusivamente a un formalismo algebraico. Los conceptos relativistas, sin embargo, aunque son esencialmente de carácter geométrico, se presentan generalmente por medio del lenguaje matemático: en la escuela secundaria el álgebra y ya en la educación superior la trigonometría hiperbólica o la formulación tensorial permiten cálculos más elaborados. De este modo, se consideran, en cuarto lugar, aquellas propuestas diseñadas para reducir el formalismo matemático, ya que puede oscurecer la comprensión de los procesos físicos reales como un conjunto coherente de nociones relacionadas. Así, Fiore (2000) recomienda enseñar la TRR utilizando fórmulas geométricas como el teorema de Pitágoras, mientras que Ruby (2009) sustituye el cálculo por el álgebra simple en la descripción de los fenómenos relativistas, presentando un curso introductorio de física llamado "Non Calculus" (Huggins 2011), que comienza mostrando el principio de la relatividad como un concepto de validez universal.

La TRR se ocupa de las propiedades del espacio, el tiempo, otras magnitudes derivadas de ellas y sus transformaciones entre sistemas de referencia. Esto ofrece la oportunidad de presentar, en quinto lugar, esas magnitudes con diagramas del espaciotiempo para la comprensión visual de los conceptos relativistas y para la realización de cálculos directos mediante operaciones geométricas en los propios diagramas, como hace (Romain 1963) para analizar las paradojas relativistas. Estos diagramas se pueden simplificar sobremanera eliminando los ejes de espacio y tiempo y dejando como referencia principal los ejes correspondientes a la velocidad de la luz (Mermin 1997). Silagadze (2008) estudia desde un punto de vista geométrico la existencia de diferentes modelos de espaciotiempo, mientras que Dray (2017) presenta enfoques geométricos didácticos para la enseñanza de la relatividad restringida y general, analizando sus pros y sus contras en comparación con metodologías más tradicionales.

Teniendo en cuenta nuestra convicción del papel esencial que debe jugar la geometría de Minkowski en la didáctica de la TRR, hemos dejado para el final de esta discusión las propuestas didácticas basadas en la misma.

Véase, por ejemplo, cómo Alemañ y Pérez (2001) afirman que toda la TRR está contenida en los diagramas de Minkowski y analizan varias dificultades y dudas que tienden a surgir sobre su utilización. Asimismo, Saletan (1997) adaptó los diagramas de Minkowski al espacio de momentos para visualizar y resolver la cinemática de colisiones de partículas, y Güémez y Fiolhais (2018) emplean el mismo formalismo geométrico para la enseñanza del efecto fotoeléctrico. Cayul y Arriassecq (2015) llegaron a la conclusión de que trabajar los diagramas de Minkowski con lápiz y papel en la enseñanza secundaria es bastante complicado y se necesita demasiado tiempo para las construcciones. Por este motivo, Arriassecq, Greca y Cayul (2017) elaboraron una propuesta en la que los diagramas de Minkowski se analizaron con applets. Indican que las principales dificultades en las actividades relacionadas con estos conceptos tienen que ver con los cálculos numéricos y con el manejo correcto de las ecuaciones algebraicas. Hemos de indicar, además, que Bokor (2018), con el que coincidimos, señala que el uso de diagramas espaciotemporales puede ser la base de propuestas didácticas para el aprendizaje de los fenómenos relativistas en niveles básicos, de una forma agradable y accesible.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

A partir del análisis de la bibliografía seleccionada, se ha verificado que hay diversidad de propuestas para la enseñanza de la TRR, lo que es una indicación del interés que suscita el tema. Las propuestas revisadas incluyen principalmente actividades teóricas o experimentales: recursos audiovisuales (cada vez más disponibles en línea), experimentos y analogías, experimentos mentales, relatos históricos, enfoques a partir de la mecánica newtoniana, uso de la geometría, etc. Se podrían clasificar dichas propuestas en cinco categorías: de cambio conceptual; de divulgación, animaciones, visualización sin cálculo, de naturaleza geométrica y las basadas en la geometría del espacio tiempo de Minkowski. La literatura muestra además que el uso de diagramas espaciotemporales es un procedimiento eficiente para responder y explicar preguntas, dilemas y paradojas de la teoría.

A la vista de la discusión realizada en las secciones anteriores, consideramos que se podría facilitar el aprendizaje de la TRR mediante razonamientos geométricos en el espaciotiempo de Minkowski. Proponemos la utilización del espaciotiempo de Minkowski de forma simplificada, reduciéndolo a dos dimensiones, una espacial y otra temporal. Dicha propuesta (Prado y Domínguez-Castiñeiras, 2010) se diseñó, aplicó y evaluó en el aula con resultados prometedores (Prado Orbán, 2012). Consideramos que posee el rigor y la validez necesarios para describir la relatividad restringida de una forma coherente, y que puede usarse en la universidad (Callaghan 2000) para presentar la teoría completa e incluso los aspectos principales de la relatividad general. Este enfoque se podría complementar con animaciones o narraciones históricas o, incluso, con el procedimiento algebraico más tradicional en algunos aspectos.

En Prado, Domínguez-Castiñeiras, Area, Paredes y Mira (2018), se expone con cierto detalle un ejemplo de cómo se puede responder geométricamente a la pregunta propuesta por Einstein: ¿Depende la inercia de un cuerpo de su cantidad de energía? (Einstein, 1905). En dicho ejemplo se resume visualmente el cambio de paradigma de la relatividad de Galileo a la de Einstein.

Asimismo, en Prado, Domínguez-Castiñeiras, Area, Paredes y Mira (2020), para ilustrar nuestra propuesta de cómo enseñar la TRR mediante la formulación geométrica de Minkowski, se presenta el ejemplo de cómo deducir de forma visual las características geométricas de la transformación de Lorentz, que, como demostró Minkowski, constituye la base conceptual sobre la que se construye todo el edificio de la TRR.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investiación/Proyecto Espiga ("Promoviendo el Desarrollo del Pensamiento Crítico y de las dimensiones de Implicación Cognitiva y Emocional de los desempeños Epistémicos en las Clases de Ciencias en la Era de la Posverdad"), referencia PGC2018-096581-B-C22).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemañ R. A. y Pérez J. F. (2001). Una nueva propuesta didáctica para la enseñanza de la relatividad en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, *19*(2), 335-343 Recuperado de URL.

Alonso M. y Soler, V. (2006). La Relatividad en el bachillerato: una propuesta de unidad didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, *24*(3), 439-454. Recuperado de: URL.

Angotti J. A., Caldas I. L., Delizoicov D., Rüdinger D. y Pernambuco M. (1978). Teaching relativity with a different philosophy. *American Journal of Physics*, *46*(12), 1258-1262. DOI.

Arriassecq I. y Greca I. (2007). Approaches to the Teaching of Special Relativity Theory in High School and University Textbooks of Argentina. *Science & Education*, *16*(1), 65-86. DOI.

Arriassecq I., Greca I. M. y Cayul E. E. (2017). Secuencias de enseñanza y aprendizaje basadas en resultados de investigación: propuesta de un marco teórico para el abordaje de la teoría especial de la relatividad. *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(1), 133-155. Recuperado de: URL.

Aubrecht G. J. (1989). Redesigning courses and textbooks for the twenty-first century. *American Journal of Physics*, 57(4), 352-359. DOI

Belloni M., Christian W. y Dancy M. H. (2004). Teaching Special Relativity Using Physlets. *The Physics Teacher*, *42*(5), 284-290. DOI.

BOE (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, *3*. España, Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de: URL.

Bokor N (2018). Playing Tag relativistically. *European Journal of Physics*, *39*(5), 55601. Recuperado de: URL.

Callaghan J. J. (2000). The Geometry of Spacetime: An Introduction to Special and General Relativity. New York: Springer.

Carson S. R. (1998). Relativity on a spreadsheet. *Physics Education*, *33*(1), 13-19. DOI.

Cayul E. E. y Arriassecq I. (2015). Utilización de los Diagramas de Minkowski para la enseñanza de la Teoría Especial de la Relatividad en la escuela secundaria. *Revista Enseñanza de la Física*, *27* (número especial), 323-331. Recuperado de: URL.

DGCyE (2010). *Física Clásica y moderna. 6° año (ES)*. Buenos Aires (Argentina): Dirección General de Cultura y Educación. Recuperado de: URL.

Dimitriadi K. y Halkia K. (2012). Secondary Students' Understanding of Basic Ideas of Special Relativity. *International Journal of Science Education*, *34*(16), 2565-2582. DOI.

Dray T. (2017). The geometry of relativity. *American Journal of Physics*, *85*(9), 683-691. DOI.

Fiore G. (2000). An Out-of-Math Experience: Einstein, Relativity and the Developmental Mathematics Student. *The Mathematics Teacher*, *93*(3), 194-199. DOI.

Gil D. y Solbes J. (1993). The introduction of modern physics: overcoming a deformed vision of science. *International Journal of Science Education*, *15*(3), 255-260. DOI.

Güémez J. y Fiolhais M. (2018). Relativistic description of the photoelectric effect. *American Journal of Physics*, 86, 825. DOI.

Guisasola J., Solbes J., Barragues J. I., Morentin M. y Moreno A. (2009). Students' Understanding of the Special Theory of Relativity and Design for a Guided Visit to a Science Museum. *International Journal of Science Education*, *31*(15), 2085-2104. DOI.

Huggins E. R. (2011). Teaching Relativity in Week One, based on the CD text Physics 2000 and "Principle of Relativity", Chapter 1. Recuperado de: URL.

Johansson K. E., Kozma C. y Nilsson Ch. (2006). Einstein for schools and the general public. *Physics Education*, *41*(4), 328-333. DOI.

Kortemeyer G., Fish J., Hacker J., Kienle J., Kobylarek A., Sigler M. y Tan Ph. (2013). Seeing and Experiencing Relativity—A New Tool for Teaching? *The Physics Teacher*, *51*(8), 460-461. DOI.

McGrath D., Wegener M., McIntyre T., Savage C. y Williamson M. (2010). Student experiences of virtual reality: A case study in learning special relativity. *American Journal of Physics*, *78*(8), 862-868. DOI.

Mermin N. D. (1997). An introduction to spacetime diagrams. *American Journal of Physics*, *65*(6), 476-486. DOI.

Minkowski, H. (2012). *Space and Time. Minkowski´s Papers on Relativity* (free version). Translated by Fritz Lewertoff and Vesselin Petkov. Edited by Vesselin Petkov. Canada: Minkowski Institute Press. Recuperado de: URL.

Naber G. L. (2012). *The geometry of Minkowski spacetime. An introduction to the mathematics of the special theory of relativity*. 2nd ed. Berlin: Springer. Recuperado de: URL.

Ostermann F. y Moreira M. A. (2000). Física contemporánea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(3), 391-404. Recuperado de: URL.

Pérez H. y Solbes J. (2003). Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad. *Enseñanza de las Ciencias*, *21*(1), 135-146. Recuperado de: URL.

Pérez H. y Solbes J. (2006). Implicaciones de la evolución histórica de algunos conceptos en la enseñanza de la relatividad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 409-431. Recuperado de: URL.

Pitts M., Venville G., Blair D. y Zadnik M. (2014). An Exploratory Study to Investigate the Impact of an Enrichment Program on Aspects of Einstenian Physics on Year 6 Students. *International Research on Science Education*, *44*(3), 363-388. DOI.

Prado X., Domínguez-Castiñeiras J.M., Area I., Paredes A. y Mira J. (2020). Aprendizaje de la Teoría de la Relatividad Restringida de Einstein. Estado de la Cuestión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *17*(1), 1103 (1-16). DOI.

Prado X., Domínguez-Castiñeiras J.M., Area I., Paredes A. y Mira J. (2018). Archimedes meets Einstein: a millennial geometric bridge. *European Journal of Physics*, *39*(4), 045802. DOI.

Prado Orbán (2012). *Deseño e implementación dunha proposta de ensinanza da relatividade especial en primeiro de bacharelato, baseada na formulación xeométrica de Minkowski*. Tesis de doutoramento. Universidade de Santiago de Compostela. Recuperado de: URI.

Prado X. y Dominguez-Castiñeiras J.M. (2010). A Didactic Proposal for the Visual Teaching of the Theory of Relativity in High School First Course, pp. 297-305. En Tasar y G. Çakmakci (Eds.), Contemporary Science Education Research: Teaching. Pegem Akademi: Ankara, Turkey. ISBN: 9786053640301. Recuperado de: URL.

Romain J. E. (1963). A geometrical approach to relativistic paradoxes. *American Journal of Physics*, *31*(8), 576-585. DOI.

Ruby L. (2009). Teaching special relativity without calculus. *Physics Teacher*, *47*(4), 231-232. DOI.

Saletan E. (1997). Minkowski diagrams in momentum space. *American Journal of Physics*, *65*(8), 799-800. DOI.

Savage C. M., Searle A. y McCalman L. (2007). Real Time Relativity: Exploratory learning of special relativity. *American Journal of Physics*, *75*(9), 791-798. DOI.

Sherin Z.W., Cheua R., Tan Ph. y Kortemeyer G. (2016). Visualizing relativity: The Open Relativity Project. *American Journal of Physics*, *84*(5), 369-374. DOI.

Sherin Z., Tan Ph., Fairweather H. y Kortemeyer G. (2017). Einstein's Playground: An Interactive Planetarium Show on Special Relativity. *The Physics Teacher*, *55*(9), 550-554. DOI.

Silagadze Z. K. (2008). Relativity without tears. *Acta Physica Polonica*, *B* 39(4), 811-885. Recuperado de: URL.

Swinbank E. (1992). Particle Physics: a new course for schools and colleges. *Physics Education*, 27(2), 87-91. Recuperado de: URL.

Valentzas A. y Halkia K. (2013). The Use of Thought Experiments in Teaching Physics to Upper Secondary-Level Students: Two examples from the theory of relativity. *International Journal of Science Education*, *35*(18), 3026-3049. DOI.

Valentzas A., Halkia K. y Scordoulis C. (2007). Thought Experiments in the Theory of Relativity and in Quantum Mechanics: Their Presence in Textbooks and in Popular Science Books. *Science & Education*, *16*(3-5), 353-370. DOI.

Villani A. y Arruda S. (1998). Special Theory of Relativity, conceptual change and history of science. *Science & Education*, *7*(1), 85-100. DOI.

04.

POSTERS

P.01 Adecuación del programa educativo a las nuevas demandas tecnológicas: Metodología BIM (Building Information Modeling) en el aula

Julia Rosales[1*], Auxi Barbudo[1], Manuel G. Beltrán[1], Antonio López-Uceda[2], Manuel Cabrera[1], Adela P. Galvín[1]

1 Área de Ingeniería de la Construcción, Universidad de Córdoba, Córdoba, España
2 Área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Córdoba, Córdoba, España
*Contacto: jrosales@uco.es

RESUMEN

Las exigencias actuales en el ámbito de la ingeniería civil y edificación muestran la necesidad de incorporación de metodologías BIM para adquirir nuevos estilos de aprendizaje. El objetivo principal abordado en este trabajo es la adquisición del estudiante de competencias específicas de Ingeniería de la construcción, basado en el conocimiento y aplicación de nuevas herramientas informáticas exigidas por el actual mercado laboral.

Se actualizó el temario de diferentes asignaturas para introducir al alumnado en el modelado BIM mediante el uso de diferentes software.

La implantación de la tecnología BIM en el aula mejoró la formación del alumnado en el manejo de herramientas informáticas para su actividad profesional al finalizar sus estudios, consiguiendo una mayor relación con las exigencias del mercado laboral, demostrando que es una herramienta de diseño importante en su aprendizaje.

Palabras clave: BIM; formación; adaptación curricular; innovación

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual está en continuo cambio, las exigencias y tendencias del mercado laboral deben considerarse desde la Universidad y a través de los docentes formar en nuevas competencias y tecnologías de vanguardia que mejora mejore la relación del alumnado con el ámbito social y empresarial (Spinel & Ortiz, 2003). La formación universitaria debe adaptarse a las nuevas tendencias del sector laboral (Becerik-Gerber, Gerber, & Ku, 2011).

En el sector de la ingeniería y construcción en los últimos años se han producido grandes cambios. La metodología BIM como método de trabajo colaborativo para la creación, implementación y gestión de un proyecto de un edificio o una infraestructura a lo largo de todo su ciclo de vida está despertando cada vez más interés en España.

Desde Febrero de 2014, la Industria de la Construcción Española ha estado sujeta a la Directiva UE 2014/24/UE1, la cual propone la modernización de la contratación pública europea y reducir los costes en los 28 Estados miembros de la UE. Esta directiva permite a los Estados miembros a fomentar, especificar e incluso requerir el uso de Building Information Modeling (BIM) para proyectos de construcción financiados con fondos públicos de la UE a partir de 2016. Además, para el año 2020, todos los equipamientos y las infraestructuras públicas deberían contratarse con metodología BIM en todo el ciclo de vida del edificio, y tanto para proyectos de obra nueva como de rehabilitación.

La metodología BIM ha sido implantada de forma progresiva en los últimos años, siendo un objetivo marcado por parte de las Administraciones Públicas, en EEUU, Australia, Noruega e Inglaterra el uso de BIM es obligatorio en convocatoria de proyectos públicos (Sharag-Eldin & Nawari, 2010). En Asia, más del 50% de las constructoras exigen el uso de esta herramienta (AENOR, 2016). Se puede observar en la Figura 1 el grado de implantación en diferentes países y como en Europa se está estableciendo iniciativas público-privadas para su implantación que muestra de forma más clara la necesidad de formar a los futuros ingenieros en esta herramienta.

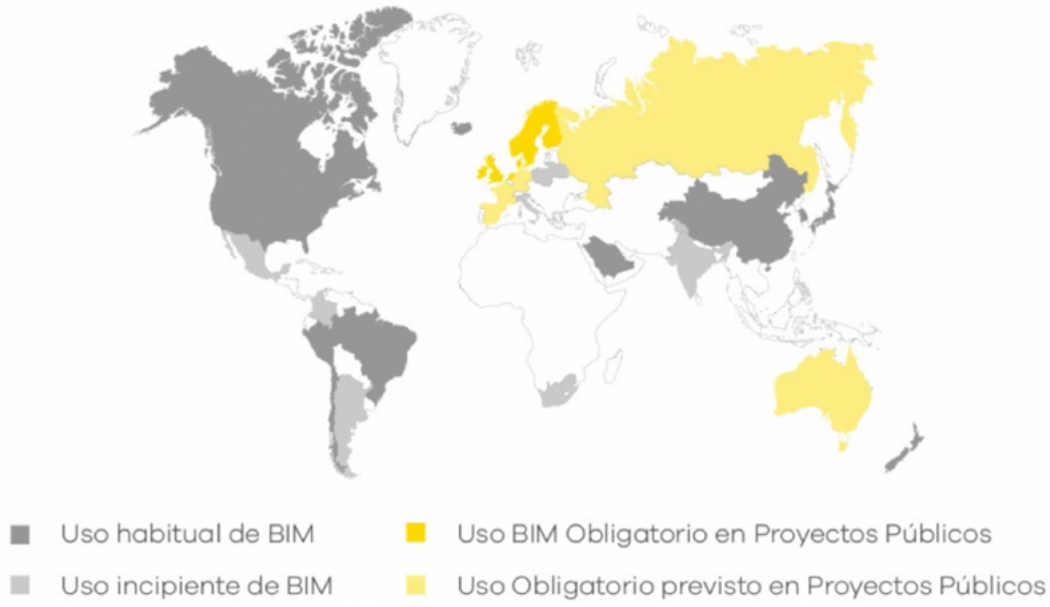
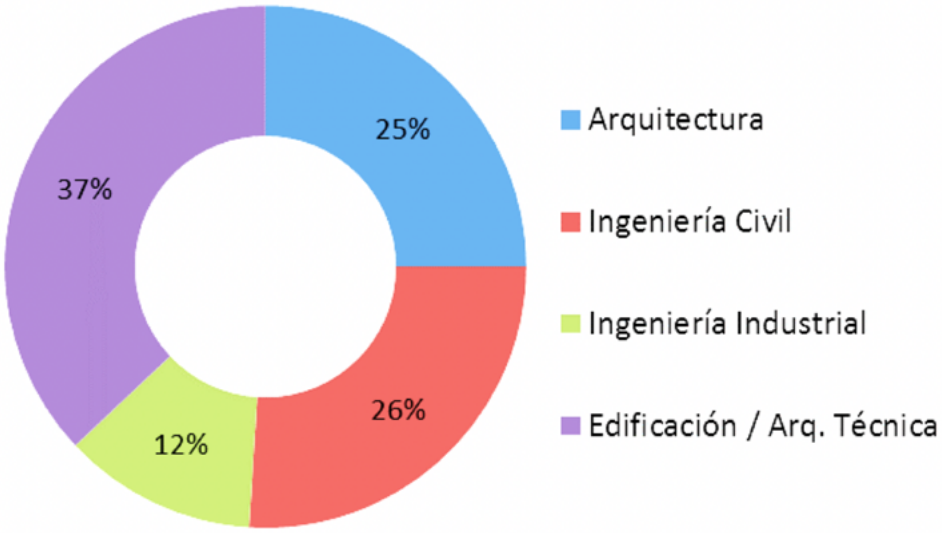


Figura 1. Implantación BIM a nivel mundial, 2016. Fuente: Comisión BIM

La formación universitaria de los futuros profesionales para la consecución de los objetivos europeos fijados es muy escasa. Actualmente, la formación académica en la universidad se está esforzando por incorporar paulatinamente la metodología BIM (Cho, Hong, Lee, & Jang, 2014). Pero a día de hoy la implantación de conocimientos de BIM en diferentes asignaturas en casi inexistente, actualmente solo el 25%-26% de los Grados de Ingeniería y Arquitectura de España introducen el aprendizaje de esta herramienta dentro de sus planes de estudio (Santos, 2017).

La inclusión en la Universidad se ha realizado de diversas formas, mediante talleres transversales, talleres integrados, programas de inmersión formativas para profesores o inclusión en asignaturas de Grado y Máster (Cañizares, Alfaro, Valverde, Martínez, & Pérez, 2017; Cos-Gayon, 2016; Gallego & Huedo, 2015; Nieto, Rico, Moyano, Díaz, & Antón, 2017; Piedecausa-García, Pérez Sánchez, Mora García, & Pérez Sánchez, 2017). Siendo esta última metodología de implantación la más necesaria para la mejora en el aprendizaje global propiciada por "diseño comprensivo" característico del entono BIM (Sharag-Eldin & Nawari, 2010). Desde el punto de vista docente entendemos que es necesario la incorporación de la metodología BIM a los nuevos estilos de aprendizaje en ingeniería (Piedecausa-García, Mateo Vicente, & Pérez Sánchez, 2015). Como herramienta para uso profesional y como un instrumento TIC idóneo para fomentar la calidad y diversidad de la docencia y



un factor de integración y cohesión en el contexto de una estrategia global de desarrollo de competencias del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Watson & Watson, 2007).

Figura 2. Porcentaje Implantación BIM por disciplina en la Universidad. Fuente: (Meana, Bello, & García, 2019)

Por todo ello, el objetivo principal abordado en este estudio ha sido en primer lugar, la formación del profesorado en conocimientos BIM para en segundo lugar, implantar esta herramienta en el aula, asociando los conocimientos actuales impartidos con la aplicación de BIM en proyectos concretos, siendo de gran utilidad para el avance de la formación. Se crearon nuevos materiales didácticos que llevan a un mayor desarrollo de los alumnos que han adquirido estos nuevos conocimientos y han aplicado la herramienta de diseño durante el curso de forma presencial y online mediante un continuo seguimiento del profesor que ha hecho posible el logro de nuevos conocimientos y aplicación de nuevas herramientas en el aula, adquiriendo competencias que conectan ámbito académico-docente-laboral.

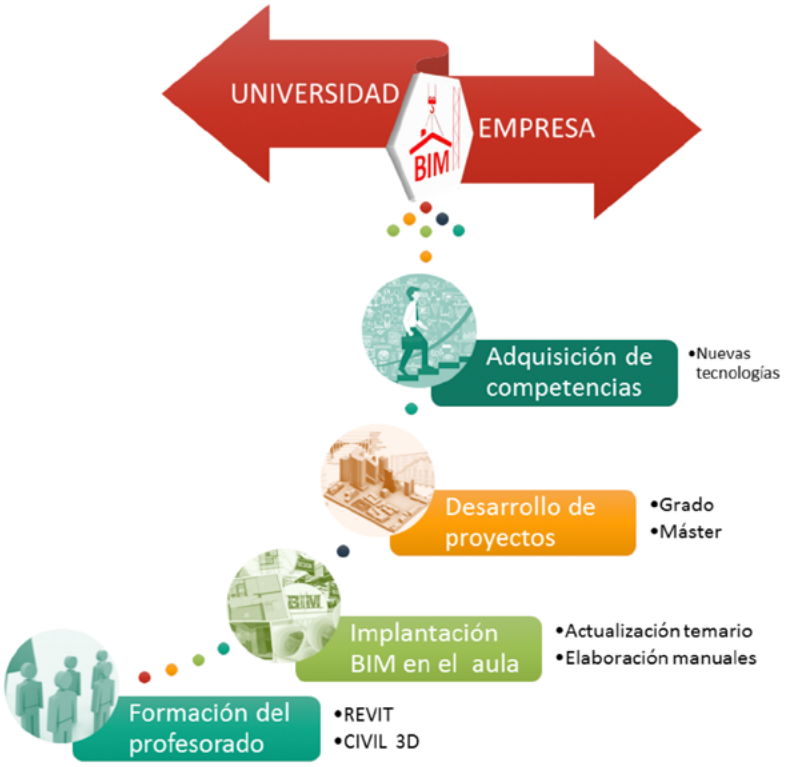


Figura 3. Esquema de implantación BIM en el aula

Metodología

La metodología empleada en este estudio ha sido la inclusión de la herramienta BIM en el aula para conseguir el objetivo principal de que los estudiantes adquieran nuevas competencias específicas de la Ingeniería de Construcción que lo habiliten mejor para el ejercicio profesional.

Es importante la inclusión de metodologías novedosas de trabajo en el aula que estén estrechamente relacionadas con las exigencias del mercado laboral.

Se planificó el estudio en tres fases diferenciadas (Figura 4), abordando una fase previa de formación al profesorado, una segunda fase de implantación de BIM en el aula y una tercera fase de evaluación de la metodología de implantación.

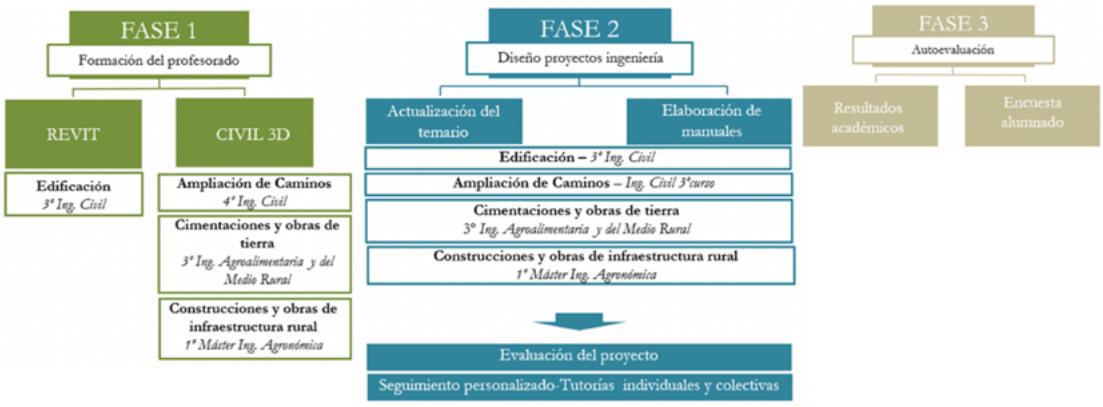


Figura 4. Metodología

Fase 1: Formación del profesorado

Los profesores responsables de las asignaturas recibieron información específica de la herramienta BIM, concretamente sobre:

- REVIT ARQUITECTURA (nivel básico)
- REVIT ESTRUCTURA (nivel básico).
- CIVIL 3D (nivel intermedio)

Fase 2: Diseño de proyectos de Ingeniería con BIM

En esta fase se asocian los conocimientos teóricos adquiridos en cada una de las asignaturas en las que se lleva a cabo la implantación de BIM con un desarrollo práctico. De esta forma, se implantó un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje mediante el cual se desarrollaron las siguientes actividades en el aula:

- Actualización de temario de cada asignatura. Se han seleccionado los conceptos teóricos claves de cada una de las herramientas BIM y se han introducido en el temario existente.
- Elaboración de material didáctico, principalmente manuales de autoaprendizaje de cada herramienta BIM. De esta forma, se propicia la autonomía del alumnado para la compresión y aplicación de cada software.
- Elaboración de informes, y encuestas, así como asesoramiento técnico para la impartición de dicha metodología.
- Elaboración de ejercicios sencillos entregables durante el curso para llevar a cabo la práctica y el desarrollo de la tecnología BIM en la asignatura, en los que se combinan conceptos teóricos, prácticos y resolución de estos mediante herramientas BIM.
- Evaluación del Trabajo de diseño y cálculo (Proyecto). De esta forma se comprueban las competencias adquiridas por los alumnos.

Fase 3: Autoevaluación

La última fase de la metodología planteada fue la evaluación de los resultados y la experiencia de implantación de BIM en el aula para que los docentes desarrollaran una autocrítica que refleje si el sistema adoptado para la enseñanza, la metodología, las herramientas, etc., fueron correctas. Para ello desarrollaron dos sistemas de evaluación:

- Revisión de los resultados académicos, evaluando la puntuación obtenida por los alumnos.
- Consulta al alumnado mediante encuestas de valoración.

¿Consideras adecuado que se haya insertado un bloque sobre BIM en la asignatura de Edificación?					
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
	1	2	3	4	5
¿Está justificado incluir un bloque sobre BIM en la asignatura de Edificación?					
	Muy Poco	Poco	Regular	Bien	Muy bien
	1	2	3	4	5
¿Crees que el aprendizaje del software Revit se encuentra bien encuadrado en la asignatura de Edificación?					
Sí. Su aprendizaje está bien justificado en la guía docente de Edificación					
Sí, aunque debería de ampliarse en asignaturas optativas o cursos formativos					
No. Debería de incluirse en otra asignatura (indicar cuál)					
No. No debería de impartirse dentro del Plan de Estudios					
¿Considera útil el conocimiento de Revit para su vida profesional?					
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
	1	2	3	4	5
¿Cuáles han sido las dificultades para implantar esta tecnología en la asignatura?					
Necesitas un terminal y acceso al programa para su utilización					
Dificultad de aprendizaje de nueva herramienta informática					
La relación entre la asignatura y la herramienta Revit no han quedado claros					
Otra (indicar cuál):					

Figura 5. Muestra de encuesta de satisfacción del alumnado

RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos propuestos, los profesores han adquirido conocimientos de BIM que no se habían implantado en ninguna asignatura hasta este proyecto. A partir de estos conocimientos, se ha desarrollado un nuevo material didáctico en cada una de las asignaturas que introduce el conocimiento y manejo de un software BIM actualmente demandado en el mundo laboral.

La Tabla 1 resume las herramientas introducidas en cada una de las asignaturas y sus titulaciones.

Tabla 1. Actividades desarrolladas

	HERRAMIENTA BIM	TITULACIÓN	Nº ALUMNOS
Edificación	REVIT	Ingeniería Civil	36
Ampliación de Caminos	CIVIL 3D	Ingeniería Civil	9
Cimentaciones y Obras de Tierra	CIVIL 3D	Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural	11
Construcciones y obras de infraestructura rural	CIVIL 3D	Máster Ingeniería Agronómica	43

Para considerar si la introducción de la herramienta BIM en el aula ha sido satisfactoria, la mejor forma de evaluación es a través de la opinión del alumnado. El análisis de estos datos en cada una de las asignaturas es útil para seguir implementado la herramienta BIM de forma similar o por el contrario modificar la forma de implantación, corregir errores en la metodología establecida o constatar la correcta aplicación y valorar el aprendizaje y la aceptación del alumnado.

Se analizó la opinión del alumnado en dos contextos. El primer factor evaluado fue si la introducción de la herramienta BIM en el aula estaba bien encuadrada dentro de las diferentes asignaturas. En este caso, prácticamente la totalidad de los alumnos mostraron una respuesta afirmativa, indicando su deseo de una ampliación en la oferta formativa con asignaturas optativas para la docencia de las herramientas BIM impartidas u otras actividades formativas (por ejemplo, cursos de ampliación) (Figura 5).

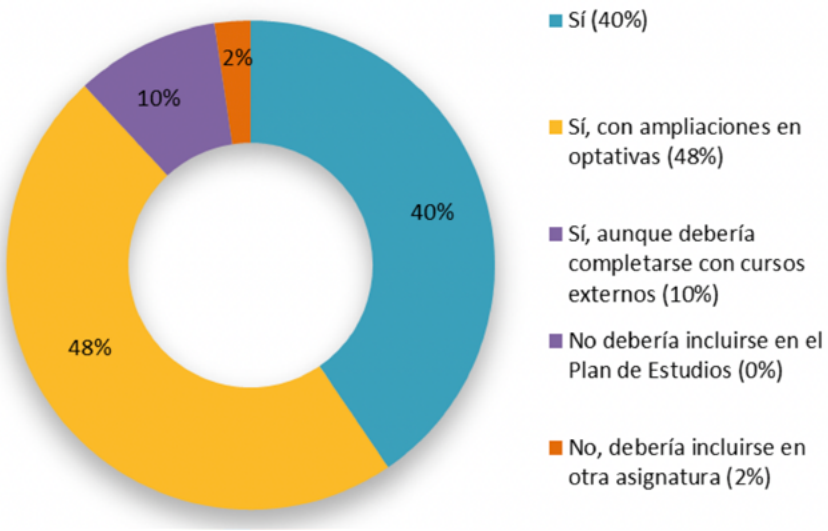


Figura 4. Distribución porcentual de respuestas sobre el encuadre de la herramienta BIM en cada una de las asignaturas

El segundo factor evaluado fue la opinión del alumnado respecto a la utilidad de la herramienta BIM (Figura 6). Prácticamente la totalidad de los alumnos dieron una respuesta positiva, sobre todo, considerándolo muy importante para su futuro profesional.

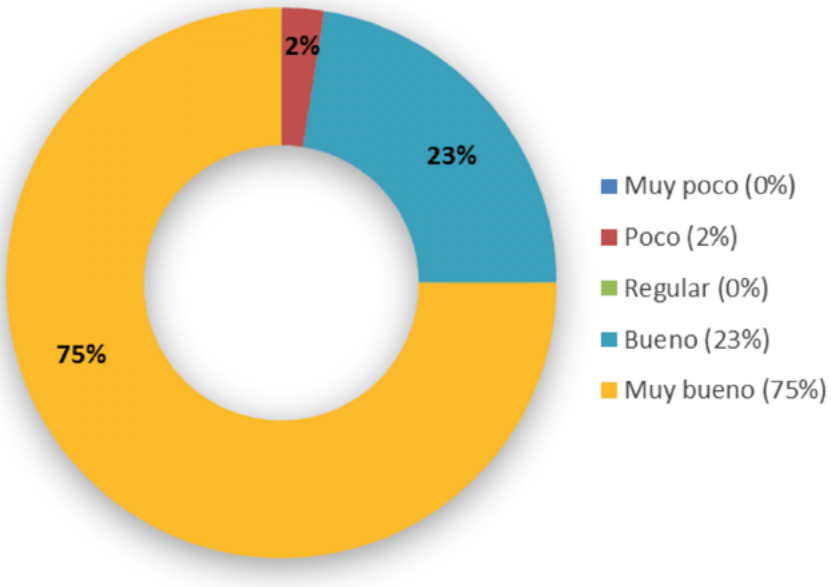


Figura 5. Distribución porcentual de respuestas a la pregunta: "Considera útil el conocimiento de la herramienta BIM impartida para su vida profesional" en las tres asignaturas.

Como resumen de la autoevaluación podemos considerar que los resultados obtenidos en cada una de las tres asignaturas respecto a cada software BIM aplicado han sido similares. Los alumnos consideran mayoritariamente (aproximadamente 90% de los encuestados) un software muy adecuado para la asignatura, así como muy útil a nivel profesional (aproximadamente un 80% de encuestados). El 100% de los encuestados valora de forma general buena o muy buena el software estudiado.

Respecto a la metodología seguida en el aula, cabe destacar que el 30% de los encuestados consideran que el aprendizaje de la herramienta presenta ciertas dificultades y que el volumen de trabajo es elevado (78%) para la cantidad de clases impartidas, considerando el 50% de los alumnos encuestados regular el número de clases.

Como visión general, la valoración por parte de los alumnos muestra la inclusión de la herramienta BIM en el aula como útil y necesaria a la vez que refleja la insuficiencia de clases para impartir todos los conocimientos.

CONCLUSIONES

A partir de la valoración obtenida de la introducción de BIM en el aula en asignaturas relativas a edificaciones e infraestructuras de ingeniería, obtenemos dos conclusiones principales:

- Es necesario revisar los planes de estudios para incluir la herramienta BIM en las competencias de Grado y Máster, para de esta forma adecuar la formación en la Universidad a las tecnologías exigidas y utilizadas en el ámbito laboral. El interés mostrado por los alumnos es grande y proponen mayoritariamente que las herramientas BIM sean ampliadas en optativas o en otras actividades extraacadémicas.

- Una mejora y ampliación del manual de apuntes como guía de orientación para el trabajo no presencial sería adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR. (2016). Estándares en apoyo del BIM. Informes de Normalización.

Becerik-Gerber, B., Gerber, D. J., & Ku, K. (2011). The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 16(24), 411-432.

Cañizares, J., Alfaro, J., Valverde, D., Martínez, J., & Pérez, P. (2017). Experiencia docente de integración de metodología BIM para el concurso BIM Valladolid 2016. Paper presented at the EUBIM 2017: Congreso Internacional BIM/6º Encuentro de Usuarios BIM.

Cos-Gayon, F. (2016). Experiencia de implantación de metodología BIM en el plan de estudios del Máster Universitario de Edificación de la UPV. Paper presented at the EUBIM 2016: Congreso Internacional BIM/5º Encuentro de Usuarios BIM.

Cho, Y. S., Hong, S. C., Lee, J. H., & Jang, H. S. (2014). Higher education program development for structural building information modeling (S-BIM). Paper presented at the Advanced Materials Research.

Gallego, T., & Huedo, P. (2015). Introducción al concepto Building Information Modelling (BIM) en el grado de arquitectura Técnica de la Universidad Jaume I. Paper presented at the EUBIM 2015: Congreso Internacional BIM/Encuentro de Usuarios BIM.

Meana, V., Bello, A., & García, R. (2019). Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias. Revista ingeniería de construcción, 34(2), 169-180.

Nieto, E., Rico, F., Moyano, J. J., Díaz, P., & Antón, D. (2017). Implantación de metodología BIM en el Grado de Edificación. Modelo de taller-integrador en la asignatura de Expresión Gráfica de Tecnologías= Implementation of BIM methodology in the university Degree of Building. Model of workshop integrator in the subject of graphic expressions of technologies. Advances in Building Education, 1(3), 37-52.

Piedecausa, B., Mateo, J., & Pérez, J. (2015). Enseñanza de sistemas BIM en el ámbito universitario. In Congreso Internacional BIM/Encuentro de Usuarios BIM. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España (pp. 93-101).

Piedecausa-García, B., Pérez Sánchez, V. R., Mora García, R. T., & Pérez Sánchez, J. C. (2017). Empleo de metodologías BIM en asignaturas de Construcción del Grado en Arquitectura Técnica.

Santos, A. G. (2017). Mapa de la formación BIM en la Universidad

Sharag-Eldin, A., & Nawari, N. O. (2010). BIM in AEC education. Paper presented at the Structures Congress 2010.

Spinel, S. C., & Ortiz, J. C. R. (2003). Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en Ingeniería Civil. Revista de ingeniería (18), 48-55.

Watson, W., & Watson, S. L. (2007). An argument for clarity: What are learning management systems, what are they not, and what should they become. Ball State Faculty, Student, and Staff Research. Faculty Research. TechTrends. Volume 51, Number 2. http://cardinalscholar.bsu.edu/handle/123456789/194513

P.02 De blog de viajes a diario de plantas: implementación de la app Journi como herramienta didáctica en el Grado de Educación Primaria

Sila Pla-Pueyo y Susana Rams

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Campus Universitario de Cartuja. Universidad de Granada. C.P. 18071.Granada. sila.pla@gmail.com

RESUMEN

Se describe una experiencia piloto centrada en el uso de la aplicación "Journi", diseñada en origen como blog de viajes, para actividades de grupo del Grado en Educación Primaria relacionadas con la observación de la naturaleza. Los alumnos usan la app en su móvil para fotografiar plantas o fósiles y redactar texto relevante para su identificación. A través de un análisis cualitativo y cuantitativo, se recogen los resultados preliminares desde el punto de vista docente y del alumnado. Los primeros resultados se muestran positivos, aunque con algunas dificultades en el uso de la app por parte de docentes y estudiantes. Se plantean una serie de impresiones sobre la implantación de esta app como herramienta de docencia no presencial en el contexto de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, en espera de los resultados finales del estudio que permitan evaluar si la app es adecuada o si no cumple de forma satisfactoria la función esperada.

Palabras clave: Blog, docencia no presencial, fósiles, Journi, plantas.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día son cada vez más numerosos los docentes que tratan de incorporar las TICs a las actividades de aula. El crecimiento sin precedentes de las tecnologías digitales y de las aplicaciones educacionales que soportan proporciona una oportunidad única de servir de elementos que generalmente se asocian al tiempo de ocio, tales como el móvil o la tablet, para motivar a los estudiantes y ayudar en el proceso de enseñanza-aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar (Southgate et al., 2019). Este hecho, sumado a que cada vez es más infrecuente el estudiante universitario que no tiene teléfono propio, permite realizar estudios en los que se evalúa el valor de estas aplicaciones como herramientas didácticas (Gikas y Grant, 2013; Murphy et al., 2014; Acosta et al., 2018; Southgate et al., 2019).

Drew y Mann (2018) argumentan que el uso de aplicaciones móviles interactivas en el aula puede ser un elemento percibido como negativo por parte de los estudiantes, pero admiten que su uso como actividad complementaria fuera del aula puede tener resultados más positivos.

En el presente artículo se plantea una experiencia de aula innovadora sobre el uso de una aplicación de móvil llamada Journi, diseñada en origen como blog de viajes, para realizar

actividades educativas de observación de la naturaleza fuera del aula, que pueden ser también de aplicación para la docencia no presencial.

La experiencia pretende evaluar la percepción de los estudiantes sobre: la facilidad de uso de la aplicación del móvil; el valor de la aplicación para mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje en comparación con lo que sería un sistema tradicional; la adecuación de la aplicación para la enseñanza, y por último, las percepciones de las dos docentes universitarias autoras de este estudio, en lo que se refiere a los aspectos prácticos de la implementación de la app y de la evaluación de dichas actividades a través de la propia app. Por el momento, se presentan los resultados preliminares, pues se prevé que la experiencia dure hasta el final del curso académico 2020, y hasta entonces no estarán disponibles todos los datos que permitan unas conclusiones definitivas.

METODOLOGÍA

La muestra total de sujetos que participan en el estudio es de 53 estudiantes de tercero de carrera del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada, de edades comprendidas en general entre los 19 y los 21 años.

Todos los sujetos están realizando dos actividades diferentes de observación de la naturaleza, por parejas, como parte de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales II, impartida por las dos docentes y autoras del presente trabajo, que se explican en el apartado siguiente. En aquellos casos en que los sujetos no disponían de un móvil lo bastante eficiente como para descargar y usar la aplicación, se les ha permitido que compartan móvil con otro estudiante.

Por el momento, la experiencia ha consistido en proporcionarles las instrucciones de ambas actividades y darles unas indicaciones básicas de instalación y funcionamiento de la app Journi para que empiecen por su cuenta a realizar la actividad. De forma intencionada, no se les ha explicado en detalle cómo funciona la aplicación, para valorar hasta qué punto resulta intuitiva o han necesitado ayuda a la hora de instalarla y usarla.

La primera actividad se realizó como parte de un seminario presencial de prácticas sobre fósiles y tiempo geológico. Consistió en un recorrido por el edificio de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada, durante el cual los estudiantes debían ir identificando, fotografiando y anotando en la app los fósiles que iban encontrando. Posteriormente se les pidió que añadieran para cada fósil información relevante que se había visto ya en la primera parte del seminario (nombre común y filo del fósil, rango de edad y medio de vida).

La segunda actividad, de la que sólo se ha realizado una primera fase, consiste en hacer una serie de observaciones de plantas en el entorno de la facultad. Se ha proporcionado a los estudiantes un listado de plantas que deben observar en dos meses alternos (cinco en los meses de Febrero y Marzo, y otras cinco en los meses de Abril y Mayo). Para ello, se les ha proporcionado un documento pdf con fotos y descripciones de cada una de ellas, de modo que sólo tienen que encontrar la planta, describir una serie de rasgos (si tiene o no hojas, flores y frutos en el momento de la observación) y añadir fotografías en las que se vean dichos rasgos y se vea a los estudiantes que han hecho la observación, para evitar que usen imágenes tomadas de internet.

Dos semanas después de la realización de la primera actividad y del inicio de la segunda, se ha recogido la información preliminar disponible hasta la fecha. Parte de la información corresponde a comentarios y conversaciones con los estudiantes y a impresiones de las docentes (datos cualitativos), pero se han recogido también datos cuantitativos a través de un cuestionario planteado a los estudiantes a través de Google (Formularios de Google).

El cuestionario (Tabla 1) se ha dividido en un bloque 0, de datos personales (nombre y apellidos, edad, sexo, grupo); un bloque 1, sobre la percepción de los estudiantes en relación a los aspectos técnicos del uso de la aplicación; un bloque 2, sobre el valor de la aplicación como herramienta de aprendizaje, y un bloque 3 en el que valoran su utilidad desde el punto de vista docente (ver Tabla 1). Las respuestas a los diferentes ítems, también en la Tabla 1, son de tipo abierto en algunos casos, pero en su gran mayoría son cerradas, siguiendo una escala de Likert de 1 a 5, siendo 1 "nada de acuerdo" y 5 "muy de acuerdo".

Se espera poder realizar un análisis estadístico más completo con SPSS una vez finalice la actividad del "Diario de Plantas" (al final del presente curso académico) y estén disponibles los datos del segundo cuestionario, que se pasará una vez entreguen la actividad completa, con el objetivo de comparar si tras un uso extensivo de la app a lo largo de todo el semestre (que se supone conllevará un mejor conocimiento de la misma y por tanto una mejora en la experiencia del estudiante), ha cambiado la percepción de los estudiantes respecto a su uso y a su utilidad.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Resultados de carácter cualitativo

En este apartado se presentan aquellos datos obtenidos a partir de las respuestas abiertas en el cuestionario, así como las impresiones de las docentes que han propuesto, supervisado y evaluado las actividades hasta la fecha.

Resultados cualitativos obtenidos de los cuestionarios

De los 53 estudiantes que han respondido el cuestionario, sólo 14 han comentado algo en la pregunta abierta del ítem 3.6, dando su opinión general sobre la aplicación. En este sentido, cabe resaltar que sólo 5 han considerado positiva la experiencia, usando términos tales como "novedosa", "entretenida", "divertida" y "alternativa curiosa". Sin embargo, la mayoría de los que ha contestado el ítem 3.6 (9) ha respondido en sentido negativo, mencionando con frecuencia un sentimiento de "confusión" al usar la app y comentando que es "poco intuitiva" y que "quita mucho tiempo". Se plantea en el futuro comparar las respuestas cualitativas con los datos cuantitativos de sus respuestas a ítems concretos del cuestionario para ver si su negatividad respecto al uso de la aplicación se debe a motivos técnicos o si está más relacionado con su uso para esas actividades.

Resultados cualitativos aportados por las docentes

Las impresiones de las docentes sobre el proceso de plantear la actividad, implementarla en el aula y evaluarla parcialmente han dado lugar a una lista de ventajas y desventajas que se plasman a continuación:

Bloque 1	Tipo de respuesta
1.1. ¿En qué teléfono móvil has descargado e instalado JOURNI?	a)Mi móvil b) Lo ha hecho un compañero de grupo en su móvil c) No he hecho la actividad con JOURNI
1.2. ¿Te ha parecido sencillo el proceso de descargar la aplicación?	Sí/No
1.3. Si tu respuesta ha sido no, ¿por qué? ¿Qué problemas concretos has tenido al descargar?	Respuesta abierta
1.4. ¿Te ha parecido fácil instalar la aplicación JOURNI?	Sí/No
1.5. Si has contestado que no, comenta qué problemas has tenido con la instalación.	Respuesta abierta
1.6. ¿Con qué teléfono habéis subido en tu grupo la actividad a JOURNI?	a)Mi móvil b) Parte con mi móvil, parte con el móvil de un compañero b) Lo ha hecho un compañero de grupo en su móvil c) No he hecho la actividad con JOURNI
1.7. He perdido poco tiempo en aprender a usar la aplicación para la actividad propuesta	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
1.8. Me han hecho falta instrucciones de la profesora o de mis compañeros para poder usarla en las actividades	a) He aprendido a usarla sin ayuda b) He necesitado algo de ayuda c) He necesitado mucha ayuda
1.9. La aplicación Journi funciona bien en el móvil que hemos usado en mi grupo	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
Bloque 2	Tipo de respuesta
2.1. He realizado parcial o totalmente las siguientes actividades	a) Gymkana de fósiles b) Diario de Plantas (mes de febrero)
2.2. Creo que el uso de la aplicación hace la actividad más entretenida	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
2.3. En esta asignatura, para las actividades de observación de la naturaleza, prefiero el uso de esta aplicación a sistema tradicional	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
2.4 Utilizar la aplicación hace que aprenda más fácilmente los contenidos de la materia	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
2.5. El uso de esta aplicación aumenta mi interés por la materia	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
2.6. El uso de esta aplicación hace que quiera hacer observaciones de la naturaleza, sin necesidad de que sean actividades de clase	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
2.7. Mi asistencia a cualquier asignatura aumentaría si se usaran este tipo de aplicaciones	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
Bloque 3	
3.1. La aplicación es, sobre todo, un elemento de distracción	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
3.2. Creo que la aplicación es útil solamente para actividades fuera del aula	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
3.3. Creo que la forma en que la app almacena la información es útil para usarla como herramienta de estudio una vez terminada la actividad	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
3.4. Recomendaría el uso de la app a otro/a compañero/a	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
3.5. Usaría esta app con alumnos de Educación Primaria	Escala Likert (Nada de acuerdo-Muy de acuerdo)
3.6. Escribe aquí cualquier comentario, sugerencia o crítica relacionado con el uso de la app JOURNI para actividades de observación de la naturaleza	Respuesta abierta

Tabla 1. Cuestionario inicial planteado a los estudiantes sobre el uso de la app Journi en las dos actividades propuestas.

Ventajas:

- Recopilación instantánea de la información. A la vez que fotografía un elemento, el estudiante puede escribir junto a la foto toda la información relacionada con ella. Esto plantea una gran ventaja frente a tomar las fotos y apuntar en otro sitio qué es cada foto, ya que evita confusiones.
- Cada entrada permite la subida de varias fotos, y la redacción de comentarios extensos. Por lo tanto, desde el punto de vista de utilizarlo como herramienta de observación de la naturaleza online, fuera del aula, su potencial es elevado. Se crea un catálogo personal de referencia al que el estudiante podrá recurrir en el futuro siempre que lo necesite como herramienta de estudio.
- Se accede desde el móvil, algo que se ha convertido en crucial para la docencia no presencial, y visualmente es mucho más rápido de corregir que un pdf o que un trabajo manuscrito.
- Cada entrada del Journi permite la inserción de comentarios por parte del docente, de modo que es muy sencillo proporcionar feedback sobre cada entrada a los alumnos en su propio Journi, y les llega en tiempo real.
- De un solo vistazo se puede saber qué grupos han enviado la actividad a tiempo.

Desventajas:

- El docente debe abrir una cuenta en Journi para poder evaluar las actividades y consume mucho tiempo el aceptar uno por uno los enlaces de cada Journi que los alumnos envían.
- Las entradas son editables en cualquier momento, y se les puede asignar la fecha y hora deseadas, con lo cual, es difícil controlar que no se añada información al Journi después del plazo de entrega establecido.
- La aplicación es colaborativa, pero no es sencillo configurarla para ello, hay que explicar dónde y cómo hacerlo a los usuarios.
- A pesar de que la aplicación es sencilla y bastante intuitiva, ciertos estudiantes han tenido problemas con la descarga (algunos se han descargado otras apps de nombre similar), la instalación y el aprendizaje de la app, algo que no se esperaba cuando se planteó la actividad. En lugar de hacer un blog con varias entradas, una por organismo, algunos, por desconocimiento de la app, han hecho un blog para cada organismo. Asimismo, ha habido estudiantes que han introducido el texto en forma de comentarios, en lugar de acompañando a la foto correspondiente, y muchos han dado a su actividad un nombre genérico que ha dificultado bastante la tarea de identificar a los autores del trabajo. Todos estos problemas se hubieran solucionado con un pequeño tutorial sobre la app al inicio de las actividades.

Resultados de carácter cuantitativo

El primer dato que se destila del cuestionario es que el 83% de los estudiantes se han instalado la aplicación en su propio móvil (ítem 1.1.). Del 17% restante (7 personas), sólo una no ha trabajado con la app, el resto han usado el móvil de un compañero. La circunstancia de que el 50.9% hayan hecho la actividad en su móvil y el resto en el del compañero se debe a que por indicación de las docentes, y dado que la opción colaborativa del Journi no era fácil de utilizar, se les pidió un solo Journi por pareja. Es importante reseñar que del total, sólo tres personas (5.6%) han respondido negativamente a los ítems 1.2 a 1.5 sobre la facilidad de descargar e instalar Journi. En el ítem 1.3., uno ha indicado que la aplicación ocupa mucho espacio, otro que tiene un iPhone y la app no va bien, y otro que hay varias aplicaciones con igual nombre y se confundió, instalando otra diferente.

En los ítems 1.7 a 1.9 del bloque 1, referidos en concreto a la percepción de los estudiantes sobre los aspectos técnicos del uso de la aplicación, un 51% de los estudiantes ha respondido que están bastante de acuerdo o muy de acuerdo con que han perdido poco tiempo en aprender a usar la aplicación, frente a un 22% que considera que sí lo ha perdido, y un 26% que no está ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto contrasta con las respuestas del ítem 1.8., en el que sólo un 28% declara no haber necesitado ayuda para aprender a usar la app, mientras que el resto ha necesitado algo de ayuda (66%) o mucha ayuda (6%). En cuanto al ítem 1.9, el 81% está bastante de acuerdo o muy de acuerdo con que la aplicación funciona bien en el móvil que han usado para la actividad. Del 19% restante (10 personas), 5 han respondido que ni de acuerdo ni en desacuerdo, mientras que las otras 5 están poco de acuerdo. Dos de ellas son las que han comentado tener problemas en el ítem 1.3 (la persona que tiene el iphone y la que tuvo dificultad para encontrar la aplicación). Nadie ha respondido estar nada de acuerdo.

En cuanto al bloque 2, en el que se plantea la percepción del alumnado sobre el valor de la aplicación como herramienta de aprendizaje, se presentan los resultados como porcentajes acumulados en la Figura 2. A fecha de la realización del cuestionario, 37 de los 53 estudiantes (70%) habían realizado o empezado a realizar las dos actividades propuestas (Gymkana de fósiles y Diario de Plantas), mientras que de los 16 restantes, 13 solo habían realizado la Gymkana, y 3 solo el Diario de Plantas.

Observando la gráfica (Figura 2), se ve a simple vista como en general, el grado de satisfacción del alumnado con la aplicación es alto, dominando las respuestas positivas (bastante de acuerdo y muy de acuerdo), si bien es cierto que el porcentaje de respuestas "Ni de acuerdo ni en desacuerdo" oscila entre el 24.5% y el 43.4%.

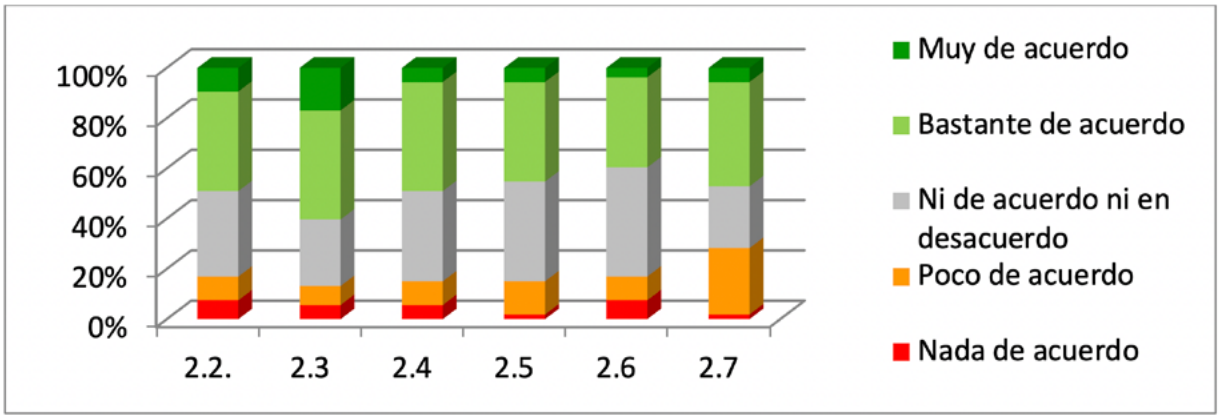


Figura 2. Porcentajes acumulados de respuestas cerradas a los ítems del bloque 2 del cuestionario.

Un 49% de los estudiantes opina que el uso de la aplicación hace más entretenida la actividad (ítem 2.2., 9.4% se muestra muy de acuerdo, y el 39.6% bastante de acuerdo), pero hay un 34% del alumnado que no está de acuerdo ni en desacuerdo.

Es destacable el alto porcentaje (60.4%) de respuestas positivas en el ítem 2.3 (17% muy de acuerdo y 43,4% bastante de acuerdo) en el que se plantea si para esta asignatura (Didáctica de las Ciencias Experimentales II), prefieren la utilización de la aplicación para actividades de observación de la naturaleza en lugar de un sistema tradicional.

En cuanto a que la aplicación facilite el aprendizaje de la materia (ítem 2.4), el 49.1% de los estudiantes están muy de acuerdo (5.7%) o bastante de acuerdo (43.4%), mientras que sólo el 15.1% muestra la opinión contraria (5.7% nada de acuerdo y 9.4% poco de acuerdo).

Aunque hay un alto porcentaje de estudiantes (39.6%) que no están de acuerdo ni en desacuerdo con el hecho

de que el usar la aplicación haga que aumente su interés por la materia (ítem 2.5), predominan las respuestas positivas, con un 5.7% que está muy de acuerdo y un 39.6% bastante de acuerdo, frente al 13.2% que está poco de acuerdo y el 1.9% que no está nada de acuerdo.

En el ítem 2.6 se cuestiona si el uso de la aplicación hace que el estudiante quiera hacer observaciones de la naturaleza, sin necesidad de que sean actividades de clase. Es el ítem que genera una mayor indiferencia, atendiendo al 43.4% de respuestas de "ni de acuerdo ni en desacuerdo", aunque en términos generales predominan las respuestas positivas (3.8% muy de acuerdo y 35.8% bastante de acuerdo).

Por último, sorprende el que un 47.2% del estudiantado vea el uso de este tipo de aplicaciones como incentivo para asistir a clase.

En cuanto al bloque 3, en el que los estudiantes valoran la utilidad de la aplicación desde el punto de vista docente, se presentan los resultados para cada ítem del cuestionario en una gráfica de porcentajes acumulados en la Figura 3.

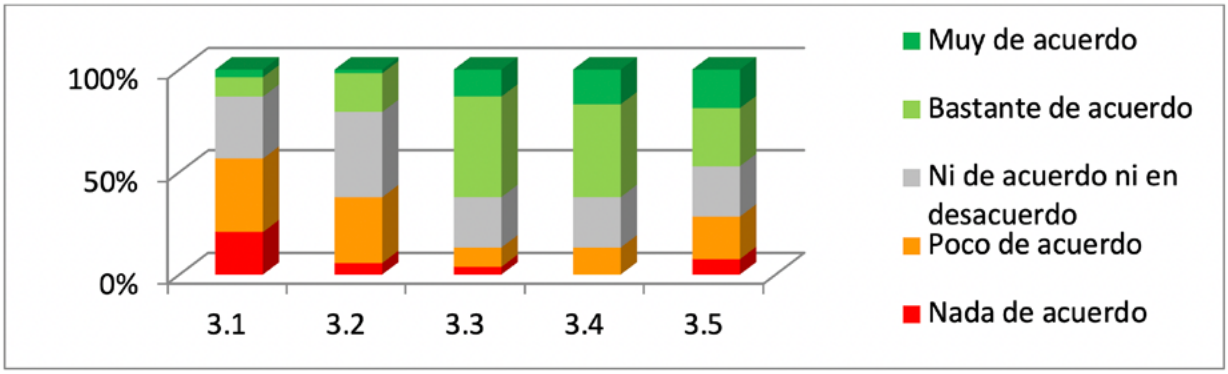


Figura 3. Porcentajes acumulados de respuestas cerradas a los ítems del bloque 3 del cuestionario.

El ítem 3.1 plantea la cuestión de si la aplicación es un elemento de distracción, a lo que sólo un 13.2% de los estudiantes han respondido estar de acuerdo o muy de acuerdo. En cuanto al ítem 3.2, sobre si consideran que la aplicación es útil solo para actividades desarrolladas fuera del aula, un 41.5% no está de acuerdo ni en desacuerdo, y un 38.8% está poco de acuerdo no nada con la afirmación.

El 62.3% de los estudiantes ve la aplicación como una herramienta de estudio tras haber realizado la actividad de catalogación de elementos naturales (ítem 3.3), mientras que sólo el 13.2% opina lo contrario.

En cuanto a si recomendarían el uso de la aplicación, llama la atención que el 62.3% recomendaría el uso a un/a compañero/a (ítem 3.4), pero solamente el 47.2% lo usaría con alumnos de Educación Primaria (ítem 3.5). Curiosamente, el porcentaje de alumnos que han respondido que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo respecto a recomendar la aplicación es en ambos ítems (3.4 y 3.5) del 24.5%.

Interpretación preliminar de los resultados desde el punto de vista didáctico

En vista de los resultados del apartado anterior, podemos interpretar que para el 78% de los estudiantes, el uso de la aplicación ha servido para desarrollar su competencia digital, exponiéndolos a la descarga, instalación y aprendizaje del manejo básico de la app sin apenas intervención de las docentes.

Las dos actividades propuestas están muy enfocadas a desarrollar la competencia de concienciación medioambiental del estudiantado, de modo que descubran la naturaleza en su entorno más cercano, en su propia facultad. Es interesante ver que la percepción predominante es que la app motiva al estudiantado y fomenta su implica-

ción en la asignatura, lo que desde el punto de vista didáctico la convierte en una herramienta muy útil. El mayor problema encontrado es que para la identificación, se ha proporcionado un pdf con fotografías de las distintas plantas, y ha habido bastantes errores en la identificación de plantas que se parecen entre ellas y que hubieran necesitado una explicación extra sobre su tamaño, textura o algún otro rasgo no visual que las diferencie.

CONCLUSIONES

A partir de los datos preliminares obtenidos en la primera fase de la experiencia de innovación que se presenta, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Desde el punto de vista de las docentes que han realizado esta experiencia, el uso de la aplicación Journi para actividades de observación de la naturaleza fuera del aula tiene potencial, pero requiere elaborar unas instrucciones muy detalladas para los estudiantes antes de que empiecen a usarla.

2. Desde el punto de vista docente, la aplicación tiene ciertas desventajas que se podrían solventar con esa formación incial del estudiantado, pero hay otras que son intrínsecas al diseño de la app, tales como la posibilidad de edición después de la fecha límite de entrega.

3. El grado de satisfacción de los estudiantes con la parte técnica del uso de la app (descarga, instalación y aprendizaje) es bueno en general.

4. Los datos muestran que gran parte de los estudiantes ven la aplicación como una herramienta entretenida (49%), preferible a una herramienta de trabajo tradicional en la asignatura en cuestión (60.4%), que facilita el aprendizaje de la materia (49.1%) y que aumenta su interés por ella (45.3%). Aunque sólo a un 39.6% la herramienta les suscita el deseo de realizar actividades de observación en la naturaleza no requeridas, para el 47.2% del estudiantado, el uso de este tipo de aplicaciones es un incentivo para la asistencia a clase.

5. El 62.3% de los encuestados opina que la forma en que se almacena la información en la aplicación es útil como posterior de herramienta de estudio, y sólo un 13.3% ve la aplicación como una distracción.

6. Un 62.3% de los estudiantes aconsejaría el uso de la app para este tipo de actividades a sus compañeros, pero en contraste, sólo el 47.2 % la usaría con sus alumnos de primaria.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, la app Journi se presenta como una herramienta didáctica que no solo mejora la experiencia de aprendizaje en las actividades de observación de la naturaleza, sino que con las moficiaciones apropiadas, puede revelarse como un instrumento muy útil para las actividades grupales en la docencia no presencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, T., Pavón, C. y Carrillo, G. (2018). Virtual learning environments: Use of the cellphone to improve the academic performance of undergraduate engineering students. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 18. DOI: 10.18687/LACCEI2018.1.1.29

Drew, C. y Mann, A.(2018). Unfitting, uncomfortable, unacademic: a sociological reading of an interactive mobile phone app in university lectures. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 15, 43 (13pp).https://doi.org/10.1186/s41239-018-0125-y

Gikas, J. y Grant, M.M. (2013). Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones& social media. Internet and Higher Education 19, 18-26.http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2013.06.002

Murphy, A., Farley, H., Lane, M., Hafeez-Baig, A. y Carter, B. (2014). Mobile learninganytime, anywhere: What are our students doing? Australasian Journal of Information Systems Open Access, Volume 18, Issue 3, 2014, pp. 331-345.

Southgate, E., Hickmott, D., Smith, S.P., Billie, R. y Stephens, L. (2019). Interdisciplinary opportunities and challenges in creating m-learning apps: Two case studies. ASCILITE 2015 - Australasian Society for Computers in Learning and Tertiary Education, Conference Proceedings 2019, pp. 265-274.

P.03 Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno: Implicaciones educativas del Proyecto CHON en la Formación de Maestros de Primaria

Hortensia Morón-Monge, Granada Muñoz-Franco, Paula Daza Navarro y Mª Esther Martín Rubio

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Sevilla.
hmoron@us.es

RESUMEN

La ciencia impregna casi todas nuestras acciones, hábitos y tareas en nuestro día a día. Sin embargo, predominan en nuestra sociedad visiones tradicionales de la ciencia donde el hombre ocupa el lugar central. Como educadores consideramos que es importante para los futuros maestros/as de Educación Primaria, alcanzar una alfabetización científico ciudadana que les permita interpretar la realidad con racionalidad y ayude a la resolución de problemas cotidianos. Desde esta perspectiva y aprovechando el 150 aniversario de la tabla periódica se diseña el proyecto de innovación educativa CHON que pretende visibilizar la labor investigadora las científicas que trabajan con los cuatro bioelementos primarios (Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Oxígeno). Este trabajo describe este proyecto, centrándose en sus implicaciones educativas para la formación de maestros/as de educación primaria

Palabras clave: formación de maestros; enseñanza de las ciencias; alfabetización científica; tabla periódica; mujeres científicas

INTRODUCCIÓN

En nuestras aulas venimos detectando curso tras curso, la escasa formación científica y habilidades científicas que tiene el alumnado de magisterio, así como su escaso interés e implicación en el aprendizaje de esta materia (Morón y Daza Navarro, 2019). Esta deficiencia se constata más aún en relación a la contribución de las mujeres en el desarrollo del conocimiento científico (Daza, Pastor, Rivero y Rodríguez, 2017; Martín Gámez, Morón, Espallargas y Martín; 2017; Cruz-Guzmán, Muñoz-Franco, Illescas-Navarro, 2017). Por otro lado, la falta de referentes femeninos en los contenidos científicos hace que persista la masculinización de la ciencia perpetuándose las desigualdades en los modelos y en las proyecciones profesionales, así como retroalimentando la socialización de género en el que las chicas se ven menos identificadas con las carreras científicas-tecnológicas (Barale y María, 2006; Novo, 2007; Vega, Herrero, Torres, Ramdán y Puleo, 2010; Morris, 2012; González, 2014).

Como formadores de docentes, consideramos que los maestros/as necesitan poseer unos sólidos conocimientos científicos para poder enseñar ciencias desde una perspectiva crítica de la construcción del conocimiento científico e interdisciplinar de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Este panorama pone de relieve la necesidad de promover desde la formación de maestros y maestras, una formación científica crítica más humana y social que fomente las relaciones CTS (ciencia-tecnología-sociedad) a partir de una visión de las ciencias más femenina que complemente la visión masculina hasta ahora predominante.

Desde esta perspectiva, se diseña el siguiente proyecto de innovación educativa entre un grupo de docentes de los Departamentos de Biología Celular, Teoría de la Historia de la Educación y la Pedagogía Social y Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla. El objetivo fundamental del presente proyecto es fomentar las vocaciones científicas de las niñas en edad escolar a través del aprendizaje de las ciencias por parte de los futuros maestros y maestras. Este alumnado pondrá en práctica en un futuro lo aprendido en el proyecto en colegios públicos de Sevilla. Como objetivos específicos, se pretende visibilizar la labor investigadora de las científicas españolas que trabajan en materias relacionadas con los cuatro bioelementos primarios de la Tabla Periódica de los elementos, Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Oxígeno, aprovechando que es su 150 aniversario como temática principal de este proyecto. Surge así el proyecto CHON: "*Cambiando Horizontes para Orientar a Niñas Científicas*".

Además, esta propuesta, tiene como antecedentes los resultados obtenidos durante tres años consecutivos (2014, 2015 y 2016) en tres proyectos de innovación docente concedidos por la Universidad de Sevilla. En dichos proyectos, llamados "Alfabetización científica de la facultad de Ciencias de la Educación" (I, II y III correspondientemente) y bajo temáticas diversas (la alimentación, el agua, y las mujeres en la ciencia), alentamos a nuestros estudiantes del Grado de Educación Primaria a acercarse a la ciencia y a fomentarla entre su alumnado durante sus prácticas de enseñanza, así como en sus futuras carreras profesionales.

Por todo ello, consideramos que el presente proyecto de innovación docente tiene una gran importancia en la formación del maestro de primaria. En primer lugar, porque atendemos a su alfabetización científica, en segundo lugar, porque fomentamos actitudes ante la ciencia más cercanas al alumnado y socialmente más justas rompiendo los estereotipos sociales de las ciencias, como actividad relegada a una minoría y principalmente masculina. Por último, porque tratamos temas de actualidad científica y social como es el 150 aniversario de la tabla periódica, dando especial relevancia a las investigaciones científicas actuales realizadas por mujeres, y en particular a la investigación española.

MARCO TEÓRICO

La importancia de la alfabetización científico ciudadana

La complejidad del mundo en el que vivimos donde cada vez se agudizan más problemas energéticos, de salud, alimentación, crecimiento de la población, pérdida de la biodiversidad, etc., ponen de manifiesto la necesidad de que cada vez estén más alfabetizados científicamente los ciudadanos, para poder hacer frente a estos problemas y construir un mundo más justo y sostenible. A pesar del fácil acceso del ciudadano hacia la gran diversidad de fuentes de información, no todas tienen veracidad científica teniendo en muchas ocasiones fines comerciales. En este sentido, la escuela no es el único medio o fuente de reproducción de las ciencias, sino que los medios de comunicación de masas (radio, internet y televisión) y el lenguaje cotidiano son también importantes fuentes de transmisión de lo que se denomina conciencia tecnológica (Porlán y Rivero, 1998). La sociedad actual debe reconocer que el desconocimiento científico sería en el presente siglo tan perjudicial como lo fue en el siglo pasado no saber idiomas o navegar por internet. Es por ello, que hablamos de *alfabetización científica*, de convertir la educación científica en parte esencial de la educación de las personas (Marco, 2004; Acevedo, 2004).

Por otro lado, los niños y niñas, como ciudadanos y agentes activos socio-políticos tienen curiosidad por los fenómenos naturales y tienden a preguntar todo con un ¿por qué? En los primeros años de vida de los infantes, se van desarrollando las actitudes y pueden ser cruciales en el aprendizaje de las ciencias. En este sentido, Eshach y Fried (2005) consideran que acercar a los niños y niñas hacia la ciencia desarrolla además actitudes positivas hacia ella. Para desarrollar estas actitudes, debemos acercarlos a ella estimulando su curiosidad y entusiasmo. La enseñanza de las ciencias en Educación Primaria desde este enfoque, no solo se defiende desde planteamientos teóricos, sino que también se recoge en la legislación educativa española como podemos comprobar en el Real Decreto 126/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Esto implica, saber enseñar a manejar información, entender la naturaleza de las ciencias, qué es y cómo se construye, a discernir la ciencia de lo que no lo es, a tomar decisiones de vida justificadas científicamente, y saber comunicar y argumentar científicamente. La importancia de la enseñanza de la ciencia en los primeros niveles educativos, Educación Infantil y Primaria, es muy defendida por numerosos autores internacionales (Eshach y Fried, 2005; Tonnucci, 2012).

Para educar en ciencias, los futuros maestros y maestras de Primaria no sólo necesitan construir un conocimiento general de la ciencia relacionados con los contenidos más estructurantes de las disciplinas implicadas, sino también sobre la historia de la ciencia, es decir, las estrategias con la que se construyen, las relaciones entre ciencia-tecnología y sociedad (CTS), etc. Es por ello que la formación científica de los maestros y maestras es imprescindible, una formación más humana y social, ligada al contexto real en el que se desenvuelve el alumnado, que conecte con sus intereses e ideas previas. Se trata de que puedan vivir en primera persona una enseñanza de las ciencias análoga a la que ellos deben propiciar después con sus alumnos y alumnas.

La enseñanza de las ciencias y el sesgo de género

Teniendo presente el panorama anteriormente descrito, es incuestionable la importancia de la ciencia en el día a día de la sociedad y el interés que suscita para los niños/as. Por consiguiente, nos podemos preguntar ¿por qué sigue prevaleciendo actualmente una visión de las ciencias de corte tradicional?, ¿en qué medida dicha visión tiene una implicación educativa? Y ¿Cómo afecta esta perspectiva de la ciencia a las elecciones de carreras científicas entre hombres y mujeres?

Durante los últimos años se ha constatado el sesgo de género, a favor de los hombres, en la elección de las llamadas carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Maths). La mayoría de los estudios científi-

ficos/tecnológicos son escogidos por hombres más que por mujeres, y lo más sorprendente es que, cuanto mayor es el índice de igualdad de género de un país, menor es el número de alumnas matriculadas en carreras STEM. Esto se conoce como *paradoja educacional de la igualdad de género*: a más igualdad más distancia en STEM entre hombres y mujeres (Angulo, 2019). Una de las razones puede ser que en estos países las mujeres desarrollan su carrera en el sector donde realmente quieren y por eso hay más mujeres que no cursan estudios STEM; mientras que en los países con mayor porcentaje de graduadas es posible que lo elijan porque existen más oportunidades laborales en ese sector" (Stoet y Gery, 2018).

Por otro lado, según científicos de diversas universidades americanas, la percepción de las ciencias en las niñas va cambiando con la edad. A los 4 años no tienen diferencias con los niños. A los 5 años ya piensan que son más difíciles, y a los 6 años ya deciden que la ciencia es más una materia de chicos (Bian, Leslie y Cimpian, 2017). Desde que nacemos se empiezan a crear los estereotipos en nuestra opinión, la escuela y la educación juegan un papel fundamental en la eliminación de estos estereotipos para niños y niñas en muchos aspectos.

A esto se le suma la prevalencia de una visión de las ciencias deshumanizada de enfoque positivista donde se enfatiza la imagen algorítmica de la metodología científica sin errores, sin tener presente el contexto social ni histórico y en el que especialmente persiste la invisibilidad de las aportaciones de saberes y contribuciones de las mujeres en la ciencia (Barale y María, 2006; González, 2014). Esta invisibilidad revela la exclusión de las aportaciones de saberes y visión del mundo en los contenidos de enseñanza, así como la falta de rigor y la politización de los contenidos académicos (Sánchez-Bello, 2002). La invisibilidad de las mujeres en la historia de la ciencia no sólo implica una considerable falta de rigor en los contenidos académicos, sino que supone una carencia colectiva porque, al desconocer la memoria y el saber de las mujeres, la sociedad pierde parte de su legado cultural y dispone de menos recursos para comprender el presente y concebir el futuro.

PROYECTO CHON

Objetivos y Contexto

Como ya se ha comentado, este proyecto se diseñó con un grupo de estudiantes del Grado de Educación Primaria del primer y del segundo curso de las asignaturas de Fundamentos de Ciencias de la vida y Didáctica de las Ciencias Experimentales, respectivamente, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. La temática del mismo surge a raíz de la conmemoración de los 150 años de la Tabla Periódica de los Elementos, aprovechando esta oportunidad para trabajar los cuatro bioelementos primarios (CHON) para vincularlos a los problemas medioambientales y al propio trabajo de las mujeres investigadoras en este campo:

- CARBONO: Fijación del CO_2/Efecto invernadero
- HIDRÓGENO: Obtención de Hidrógeno a partir de residuos plásticos/Reciclaje
- OXÍGENO: Bajada de O_2 en los océanos/Cambio climático/Biodiversidad
- NITRÓGENO: Plantas fijadoras de N_2/Menos abonos para los suelos

Por lo que definimos, como objetivos específicos:

- Favorecer una alfabetización científica con el alumnado de Educación Primaria.
- Acercar la ciencia a todos y todas para dar respuestas a problemas socio-ambientales.
- Fomentar una cultura científica entre el alumnado que permita entender mejor el mundo en el que se desenvuelve.

- Implicar al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante estrategias innovadoras desde una perspectiva interdisciplinar, crítica, sistémica y compleja de la construcción del conocimiento científico.
- Desarrollar estrategias de innovación en la enseñanza de las ciencias: actividades experimentales en el aula y en el laboratorio y preparación y desarrollo de jornadas informativas a las que acudan científicas españolas de prestigio.
- Fomentar el trabajo colaborativo en el alumnado.
- Valorar la comunicación y difusión de los trabajos por el propio alumnado, como una fase necesaria del proceso científico.

Fases del Proyecto

Se detallan las fases del proyecto, relativas al trabajo del alumnado (figura 1).

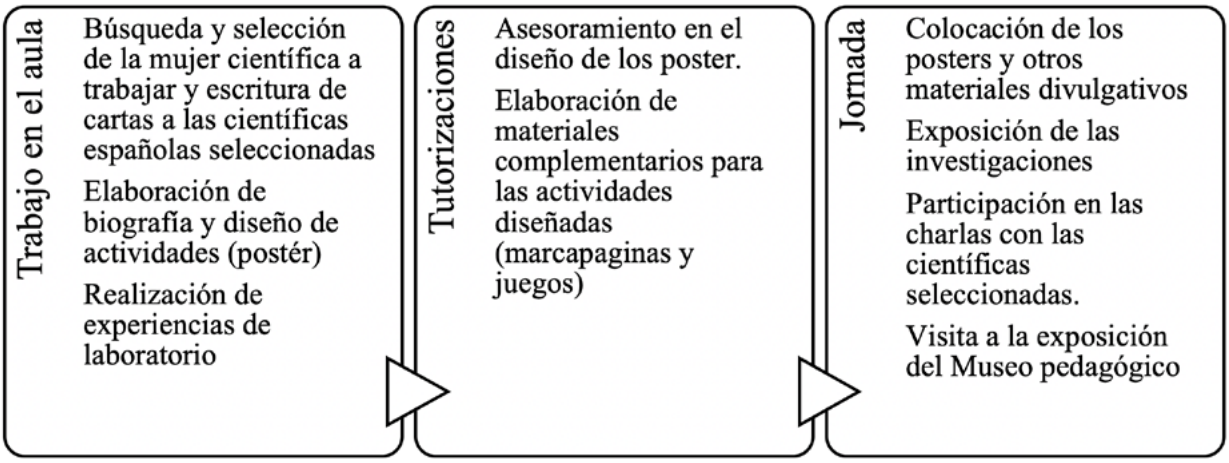


Figura 1. Esquema de las fases del proyecto. Modificado de Cruz-Guzmán, Muñoz-Franco, Illescas-Navarro (2017)

Las actividades se desarrollan a lo largo de todo el curso académico quedando repartidas entre los dos cuatrimestres. En el primero se investigó sobre las mujeres científicas y se diseñaron y presentaron los pósteres (Figura 2). Y en el segundo, se celebran las charlas con las científicas seleccionadas. Las principales actividades diseñadas son:

1. Realizaron una búsqueda de mujeres científicas y seleccionaron, según sus intereses, a una de ellas, de manera que entre los equipos participantes hubiera mujeres de las diferentes etapas de la historia tanto del pasado como del presente e internacionales y españolas.
2. Escritura de cartas a las científicas por parte de los estudiantes, centradas en su biografía y sus contribuciones a la ciencia, dificultades y obstáculos en su vida personal y profesional, logros, etc.
3. Contacto con las científicas españolas.
4. Preparación de pósteres (selección del contenidos, diseño e impresión) y material publicitario (separadores de libro, chapas, cartelería, etc.) para su exposición en el patio de la facultad.

5. Preparación del material de prácticas y fungible para las experiencias de laboratorio y realización. Concretamente se diseñó una práctica para el carbono en el primer cuatrimestre y otra para el nitrógeno en el segundo cuatrimestre.

6. Visita a la exposición de Mujeres y Ciencia del Museo pedagógico de la Facultad de Ciencias de la Educación.

Figura 2. Ejemplo de investigaciones sobre científicas (Margarita Salas y Anna Laromaine)

IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE PRIMARIA

Teniendo presente las principales deficiencias educativas detectadas en el alumnado de maestro de Primaria -sobre ciencias (conocimiento científico y habilidades científicas) y sobre habilidades didácticas y comunicativas- con este proyecto de innovación educativa hemos atendido a las siguientes cuestiones recogidas en la tabla 1.

Tabla 1. Relación de actividades del proyecto y su implicación educativa

ACTIVIDADES	IMPLICACIONES CIENTÍFICAS		IMPLICACIONES DIDÁCTICAS
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	
Investigación bibliográfica sobre mujeres científicas		X	
Síntesis de la revisión bibliográfica	X		
Redacción de cartas a las científicas			X

Estudio sobre el ciclo del Carbono y Nitrógeno: realización de experiencias de laboratorio	X	X	
Diseño de materiales para la divulgación de las investigaciones: juegos, separa libros y posters			X
Exposición de los trabajos en las jornadas			X
Participación a las charlas con las científicas invitadas	X		

Aunque hemos divido las distintas implicaciones en la formación del profesorado en dos grandes bloques, consideramos que existen habilidades y procedimientos comunes para ambas. Así toda labor científica, tras la obtención de unos resultados previos, necesita discusión de dichos resultados y de una divulgación, siendo estas habilidades comunicativas a desarrollar también en su formación pedagógica como maestros.

Otra implicación más específica del proyecto ha sido la toma de conciencia de una visión de las ciencias y su construcción menos empirista y dogmatizada. Los estudiantes después del proyecto valoran el papel de la mujer a lo largo de la historia en la construcción del conocimiento científico. Esto se ve reflejado en la Figura 3, en la que se observa que el alumnado es capaz de reconocer a muchas más mujeres científicas que antes de realizarse la experiencia innovadora.

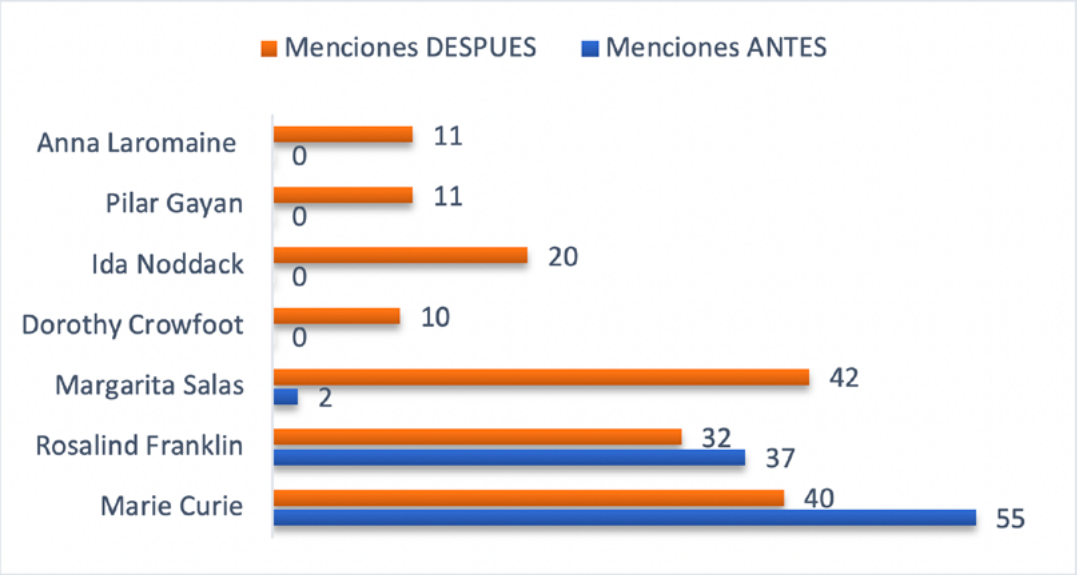


Figura 3. Reconocimiento de mujeres científicas antes y después del proyecto

Para concluir, subrayar la importancia de este tipo de actividades para la formación de maestros/as, la cual permite mejorar la alfabetización científica del estudiante desde una perspectiva interdisciplinar de las ciencias. Por otro lado, favorece la coordinación de los distintos departamentos implicados en la formación de los Grados de Maestro, además de mejorar las relaciones profesionales y personales entre ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(1), 3-16. DOI: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.01

Angulo, E. (2019). Igualdad de género y elección de carreras STEM. www.mujeresconciencia.com

Barale, P. y María, A. (2006). Las mujeres y la ciencia en una sociedad patriarcal. *In Memorias del i Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+ I*. http://www.oei.es/historico/congresoctsi

Bian, L., Leslie, S-J. & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science* Vol. 355, Issue 6323: 389-391. DOI: 10.1126/science.aah6524

Daza, P., Pastor, N., Rivero, A. y Rodríguez, F. (2017). Educación científica en la universidad: Semejanzas y Diferencias entre futuros maestros y biólogos acerca de la naturaleza de la ciencia. *X Congreso internacional sobre investigación en Didáctica de las ciencias*. Sevilla 2017, 1747-1752. Recuperado de: file:///C:/Users/USUARIA/Downloads/335699-Texto%20del%20art%C3%ADculo-482941-1-10-20180314.pdf

Cruz-Guzmán M., Muñoz-Franco, G., Illescas-Navarro, M. (2017). Educación Científica desde la Perspectiva de Género: Impacto del Proyecto "Mujeres a con-Ciencia en la Formación de Maestros". *Enseñanza de las Ciencias*. Núm. Extra, 5571-5577. Recuperado de: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/86976/8_-_Educacion_cientifica_desde_la_perspectiva_de_genero_Impacto_del_proyecto.pdf;jsessionid=B3ACFC4CE9EED481BFE41440546CF1BC

Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should Science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.

González, M. (2014). Las mujeres con invisibilidades en sus aportes a la ciencia. Vídeo Recuperado de: http://redesoei.ning.com/video/c-entrevistas-marta-gonz-lez-lasmujeres-son-invisibilizadas-en"xg_source=msg_mes_network

Marco, B. (2004). Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. Cultura y Educación, 16(3), 273-288. DOI: https://doi.org/10.1174/1135640042360906

Martín-Gámez, C., Morón, H., Solis-Espallargas, C., Martín, Mª., E. (2017). ¿Qué conoce nuestro futuro profesorado de Educación Primaria en relación a la contribución de las mujeres a la ciencia? X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Sevilla, 5613-5618. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/7_-_Que_conocen_nuestros_futuros_maestros_de_Educacion_Primaria_en_relacion_a_la.pdf

Morón Monge H. y Daza Navarro P. (2019) Con el agua: ¡mójate! Un proyecto de innovación docente y alfabetización científica. Revista andina de educación 2 (1), 2-7

Morris, H. (2012). Girls' responses to the teaching of socioscientific issues (Unpublished PhD thesis). University of Leeds, Leeds.

Novo, M. (2007). Mujer y medio ambiente: los caminos de la visibilidad: utopías, educación y nuevo paradig-

ma (Vol. 5). Madrid: Los Libros de la Catarata.

Porlán, R., y Rivero, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Serie Fundamentos nº9, colección Investigación y Enseñanza. Sevilla: Díada.

Sánchez-Bello, A. (2002). El androcentrismo científico. Educar, (29), 091-162.

Stoet, G., y Geary, D. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics education. Psychological Science 29: 581-593. Recuperado de: http://eprints.leedsbeckett.ac.uk/4753/6/symplectic-version.pdf

Tonucci, F. (2012). La ciencia a los tres años. Aula de Infantil, 68, 11-15.

Vega, P., Herrero, Y., Torres, M., Ramdán, Z., y Puleo, A. H. (2010). Mujeres y medio ambiente: admiraciones e interrogantes. ACSUR-Madrid.

P.04 Propuesta de diseño de materiales didácticos para la enseñanza de la Química

José Manuel Domínguez-Castiñeiras[1], Adriana Rocha[2]

[1]Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela. [2]Departamento de Formación Docente. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). josemanuel.dominguez@usc.es

RESUMEN

Se pretende desarrollar una investigación de diseño, elaboración y evaluación de materiales para la enseñanza de la Química, en colaboración con los docentes que los aplicarán en las aulas de educación secundaria superior argentina. Tomando como base los materiales ya existentes en el Proyecto AcAb-Química, el objetivo es obtener información sobre la idoneidad de los mismos, de modo que resulte útil para actualizarlos. Las actividades que constituyen los materiales son de diferentes tipos: iniciación y desarrollo, modelización, transferencia del conocimiento, y ejercicios de transformación y de análisis de datos. Los conceptos y modelos surgen de las actividades a través de la reflexión conjunta alumno-profesor y se utilizan para que los estudiantes puedan explicar y dar sentido a las propiedades fisicoquímicas de las sustancias y su importancia en la naturaleza y en la industria.

Palabras clave: Química de los metales; Propuesta de enseñanza; Educación secundaria superior.

INTRODUCCIÓN

Estamos diseñando nuevos materiales pensados para la enseñanza de la Química, dirigidos a estudiantes de educación secundaria superior (ESS) de Argentina (15 a 18 años), para que adquieran conocimientos relacionados con el quehacer de las ciencias naturales, en particular, de la Química.

Se usa una metodología de investigación de diseño (Kelly, 2004; Molina, Castro, Molina y Castro, 2011) que incluye tareas tales como: trabajo conjunto de investigadores y docentes para ajustar los materiales y la estrategia de enseñanza en el aula, observación de clases y análisis de los resultados y de las producciones de los estudiantes.

Se toman como punto de partida los recursos del Proyecto AcAb (García Rodeja, Lorenzo Barral, Domínguez-Castiñeiras y Díaz de Bustamante, 1988). Está estructurado en Actividades Abiertas, que dan oportunidad a los estudiantes a hacer explícitas y tomar conciencia de sus ideas, potenciando los aspectos cualitativos frente a los cuantitativos. En esta comunicación se presenta, a modo de ejemplo, una parte de la Actividad Abierta "Cinc" con una primera descripción de los contenidos que se trabajan.

ASPECTOS RELEVANTES DE LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología de enseñanza (Domínguez y Pro, 2006), se basa en el principio de actividad del alumno como agente responsable del aprendizaje, guiado y asesorado por el profesor. En la propuesta que se presenta, se pretende relacionar el conocimiento previo a la instrucción con el nuevo conocimiento deseable desde la ciencia escolar. Se espera que los estudiantes construyan el conocimiento básico de la ciencia, partiendo de situaciones y problemas reales que les resulten familiares y de estrategias de indagación para la resolución, explicación y justificación de aquellos, en lugar de iniciar el aprendizaje mediante la relación y difusión de conceptos abstractos y prácticas de laboratorio descontextualizadas. Consecuentemente con lo anterior, se parte de realidades concretas de hechos fisicoquímicos cercanos al alumnado, que se abren a otras realidades (científicas, culturales y sociales) y a los conceptos y métodos de la ciencia objeto de aprendizaje.

En el diseño curricular de Argentina (DGCyE, 2010, p. 110) se destaca la idea de alfabetización científica y tecnológica y se propone una metodología de enseñanza centrada en el aprendizaje de los jóvenes que transitan la educación secundaria, independientemente de si deciden o no continuar estudios superiores. En todo caso, su principal objetivo es que la impronta que la educación científica deje en ellos facilite su comprensión y su desempeño en relación con los fenómenos de la ciencia y de la tecnología, entendidas como producto de la actividad humana. Desde esta perspectiva, se pretenden desarrollar —además de conceptos, estrategias y destrezas relacionadas con el aprendizaje de la ciencia— actitudes científicas y actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje. Las secuencias de aprendizaje (AcAb), incluyen actividades de diferentes tipos que resultan relevantes para el aprendizaje de las ciencias:

a) Actividades de iniciación y desarrollo: la intención educativa de estas actividades es que los estudiantes trabajen tres tipos de estrategias vinculadas a la construcción de conocimiento científico:

- *Observación autónoma*: los alumnos, trabajando en pequeño grupo, identifican la realidad, situación o problema objeto de estudio, a través de sus propiedades características y cambios, y construyen un discurso explicativo de los mismos.

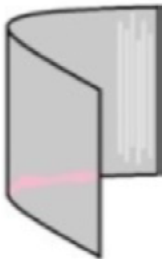


Figura 1

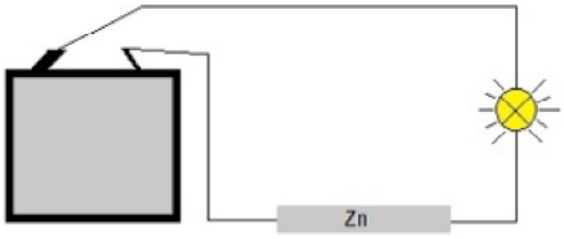


Figura 2

En el caso que se analiza a modo de ejemplo, se propone a los estudiantes identificar el cinc (Zn) en las pilas comerciales. Para ello, se desmontará una pila descargada y se fijará la atención en que la placa externa protectora es de Zn que suele estar oxidada superficialmente, por lo que tiene un color gris apagado. Se sugiere rayarla (Fig. 1), deformarla y comprobar, mediante un sencillo circuito (Fig. 2), que la lámpara se enciende.

Posteriormente se les indica que observen los cambios que se producen en el Zn (fragmentos de la placa de cinc) cuando se introduce en ácido clorhídrico comercial (Fig. 3). A continuación se hace una puesta en común, en gran grupo, para poner de manifiesto el conocimiento previo a la instrucción.

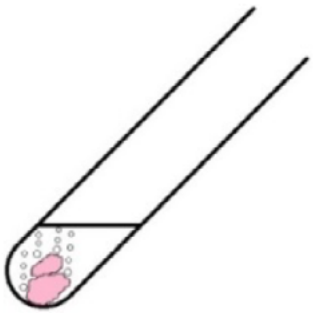


Figura 3

- *Observación dirigida*: el profesor hace explícitas las observaciones deseables para la construcción del conocimiento. Su objetivo es, como se indica más abajo, la sistematización de las propiedades, comportamientos y cambios, de modo que se puedan confrontar los resultados obtenidos con los que consiguieron los estudiantes autónomamente. En el ejemplo: al rayar la placa de Zn adquiere brillo, se deforma fácilmente, se enciende la lámpara, se desprende gas, se calienta el tubo de ensayo y se "disuelve" el Zn.

En términos de Bruner (Aramburu Oyarbide, 2004), el objetivo de esta actividad es que los estudiantes realicen una observación significativa y representativa de la Química, que les permita construir conocimiento científico.

- *Explicación argumentativa*: el objetivo de esta fase de análisis de datos es que los estudiantes, con la ayuda del docente, elaboren un discurso explicativo fundamentado en los conceptos y modelos de la ciencia, que les permitan justificar las propiedades y los cambios del sistema objeto de estudio (Osborne, 2010). Se introduce la terminología específica necesaria para denominar las propiedades fisicoquímicas comunes a los metales, estudiadas hasta el momento: sólido, blando, maleable, dúctil, denso, opaco. Además, se interpretará lo que ocurre en el tubo de ensayo cuando se ponen en contacto el $Zn_{(s)}$ y el $HCl_{(ac)}$: El gas que se desprende es H_2, se percibe aumento de la temperatura del sistema (la energía química se transforma en energía térmica) por lo que se infiere que está ocurriendo una reacción exotérmica. Se hace, a continuación, la traducción desde el lenguaje narrativo al lenguaje simbólico:

$$Zn_{(s)} + 2H^{+}_{(ac)} \rightarrow Zn^{2+}_{(ac)} + H_{2(g)}$$

Una segunda actividad de aprendizaje con la que se pretende profundizar en lo que se viene trabajando, se refiere al sistema que se representa en la Fig. 4. La consigna es observar y describir los cambios producidos al introducir un alambre de Cu en ácido clorhídrico diluido y una varilla de Zn (de la placa de la pila) rodeada por alambre de Cu.

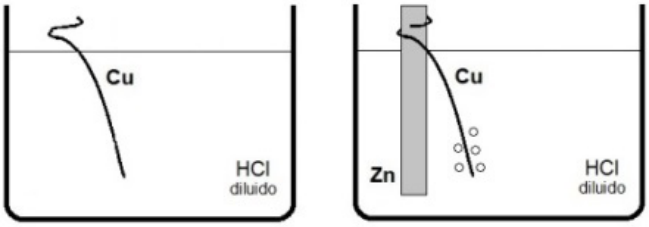


Figura 4

Una vez que los estudiantes han puesto en común sus observaciones, el profesor las dirigirá hacia las que puedan ser significativas y representativas para la construcción de nuevo conocimiento: en el primer caso, el $HCl_{(ac)}$ no ataca el Cu y, en el segundo, se desprende H_2 en el Cu. Es el momento de construir el discurso explicativo: el Cu es inerte frente al ácido y el Zn se oxida, esto es, cede electrones que se transmiten a través del cobre y reducen los H^+ del ácido. Estos procesos se simbolizarán como se indica a continuación:

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

$$2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$$

En las dos últimas estrategias, o*bservación dirigida* y *explicación argumentativa*, es necesaria la intervención del profesor que, en algunas ocasiones aportará el conocimiento básico deseable y en otras indicará las fuentes en las que se puede obtener.

b) Actividades de generalización: la intención es que los estudiantes transfieran el conocimiento adquirido al estudio de casos similares y de nuevas situaciones. Así se pone de manifiesto la utilidad del conocimiento en la explicación e interpretación de otros procesos fisicoquímicos de la naturaleza y de la industria y, por consiguiente, se potencia el desarrollo de actitudes científicas y de actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje. En el caso que se analiza a modo de ejemplo, se puede plantear la construcción de una pila (Fig. 5).

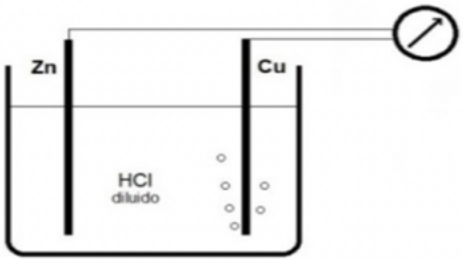


Figura 5

Se pondrá énfasis en que las observaciones sean significativas para los estudiantes y representativas para la ciencia: hay paso de corriente y la aguja del galvanómetro se desvía hacia el cobre y, por comparación con una pila comercial, se concluirá que el Zn es el polo negativo y el cobre es el positivo. Además se desprende H_2 en el Cu. Se podrá inferir que la energía química, además de transformarse en energía térmica, se puede transformar en energía eléctrica. Pero, ¿qué pasa en cada electrodo? Es el momento de generalizar lo sucedido en el tubo de ensayo de la primera actividad (Fig. 3): cada una de las semirreacciones de la reacción total del tubo ocurre en un electrodo:

$$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}{}_{(ac)} + 2e^-$$

$$2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2$$

c) Actividades de introducción de modelos científicos

Este tipo de actividades están pensadas para proponer a los estudiantes los modelos de la ciencia y, como tales, son parte de las actividades de desarrollo del contenido en una secuencia.

Muchas veces en la enseñanza de la Química, aún en los niveles previos a la universidad, se insiste en incorporar los modelos teóricos siguiendo una lógica histórica y una rigurosidad científica que no toma en cuenta la esencia de lo que los modelos representan en el contexto de la actividad científica. Los modelos son mediadores entre los sistemas reales sobre los que queremos pensar y la teoría. Son herramientas que permiten el uso de una teoría científica para explicar un fenómeno. No derivan de la teoría sino que la constituyen. Esa mediación supone una relación compleja entre el modelo y la realidad, de carácter altamente teórico (Gilbert, 2004). En Química los modelos de enlace son un ejemplo paradigmático de que "la elección del modelo a utilizar depende del interés que mueve al científico en cada caso particular" (Adúriz-Bravo, Labarca y Lombardi, 2014). Un modelo no es mejor que otro sino que, para determinado objetivo resulta más adecuado, por ejemplo, en términos de claridad conceptual.

Para la filosofía del proyecto didáctico, los modelos que se incluyen como parte del contenido a enseñar han de ser útiles a los estudiantes para interpretar y predecir lo que están observando. Por otra parte, se trata de contenidos que requieren ser presentados por el docente, quien es el encargado de guiar el aprendizaje atendiendo a aprovechar cada una de estas actividades para que el estudiante desarrolle habilidades relacionadas con el uso de modelos en ciencias. Coincidimos con Izquierdo (2014) en que para que la Química sea parte de una formación de la cultura científica para el ejercicio de una ciudadanía responsable, su enseñanza ha de apuntar a usar lenguajes y modelos comprensibles y útiles para dar sentido al mundo real.

El modelo de enlace que se propone para la interpretación de las observaciones que se están realizando se sintetiza en la representación de la Fig. 6. Puede apreciarse a la izquierda el átomo metálico, con 1 o 2 electrones en la capa de valencia. Las interacciones de dichos electrones y el resto del átomo son débiles debido al apantallamiento que producen los electrones internos entre el núcleo y los electrones de valencia, pero suficientemente intensas para que los electrones sigan ligados a él.

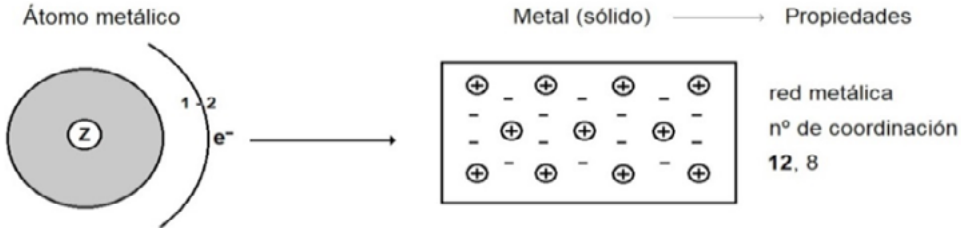


Figura 6

En la Fig. 6, se presenta la estructura de la red cristalina de un sólido metálico propuesta por Lorentz en 1912. Según este modelo los metales están constituidos por un ordenamiento de cationes (esferas) con electrones libres moviéndose por los intersticios. Se podría describir como un mar de electrones en el que los iones están ordenados y anclados en su posición como boyas flotando en un mar de electrones (Oliva, 2006). Estos no están sujetos a un ion concreto, sino que pueden deambular en la red metálica. Esta estructura permite explicar propiedades características de los metales, entre ellas: conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad.

d) Actividades de transferencia de conocimiento a nuevas situaciones

Esta actividad se propone para que los alumnos puedan valorar el conocimiento adquirido (Fig. 7): en una disolución de sulfato de cobre II, se introduce un trozo de cinc y en otra disolución un clavo de hierro. En el primer caso aparece cobre metálico depositado en el fondo del matraz, en el segundo se deposita Cu sobre en el clavo

y, en ambos casos, se observa que la disolución de sulfato de cobre pierde gradualmente el color azul. Se podrá inferir que el Zn y el Fe se oxidan frente al cobre.

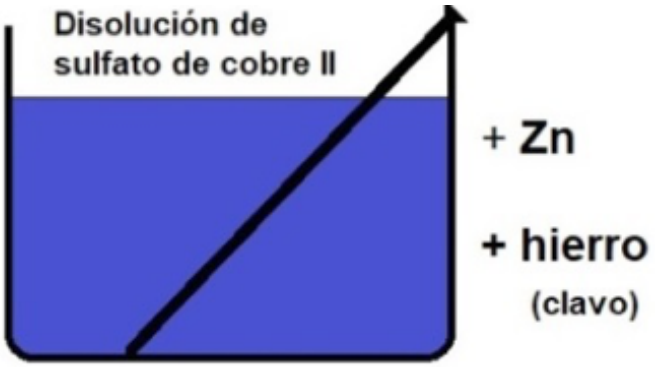


Figura 7

Es el momento de construir otras pilas: Fe/Cu y Zn/Fe. En el galvanómetro (Fig. 2) se pondrá de manifiesto que el Fe es negativo frente al Cu y que el Zn es negativo frente al Fe. Se podrá inferir que el Zn se oxida con más facilidad que el Fe y este que el Cu, lo que explica, entre otras cosas que al Cu, como se vio anteriormente, no le ocurriese nada en la pila, frente al $HCl_{(aq)}$ (Fig. 2). Esto podría dar lugar a una discusión sobre corrosión-protección y a una clasificación de metales por orden de su tendencia a oxidarse. De este modo se justificaría por qué la Ag y el Au se conocen como metales nativos (difíciles de atacar) y por qué el Na y el Ca solo se hallan en forma de Na^+ (sal común) y Ca^{2+} (aragonito, calcita, $CaCO_3$). Desde aquí se podría abordar el estudio de la relación entre metalurgia e historia de la humanidad.

Entre las actividades de transferencia se proponen, por ejemplo, la interpretación del proceso de galvanizado de acero y otros usos del Zn: protección de aleaciones y otros materiales; construcción de celdas de almacenamiento de energía (Zhang, 1996, https://www.zinc.org/; International Zinc Association, https://www.zinc.org/); reemplazo de Li por Zn en las baterías que se utilizan para almacenamiento energético de fuentes de energía renovable. Se puede proponer, además, la discusión usando como iniciador publicaciones de noticias relacionadas (BBC News, https://www.bbc.com/mundo/noticias-45707019).

e) Actividades de transformación y análisis de datos

Son actividades para que los estudiantes analicen información experimental obtenida en contextos reales y/o en el laboratorio escolar. En la actividad del ejemplo, el gráfico (Fig. 8) permite apreciar cómo varía con el tiempo el espesor de la capa de galvanizado en chapas de acero, en diferentes ambientes. Se puede proponer una interpretación basada en algún modelo empírico usado para este tipo de problemas de interés industrial/social y trabajar sobre el tipo de datos y *cómo* se han obtenido.

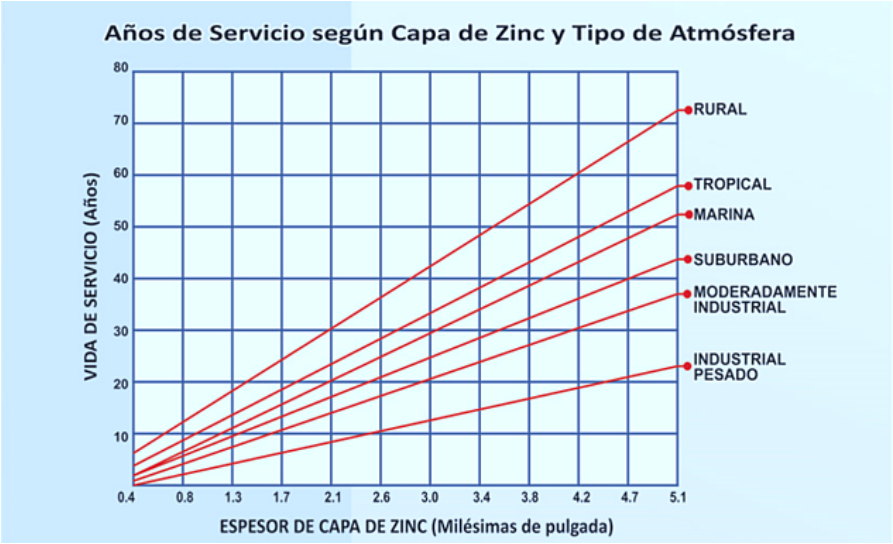


Figura 8

(Tomada de la página web de un proveedor de acero.
https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-acero-galvanizado-los-grados-y-la-flor)

Hasta aquí se han desarrollado ejemplos de tipos de actividades que se incluyen en el Proyecto AcAb. Consideramos que no se aprende con actividades aisladas, por lo cual en cada módulo del mismo, las actividades de aprendizaje se organizan en secuencias en las que se introducen, en distintos momentos, actividades de: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis y metacognición, siguiendo ciclos que potencien los aprendizajes deseados.

CONSIDERACIONES FINALES

Como se mencionó, se está trabajando en la elaboración de secuencias didácticas basadas en los materiales del Proyecto AcAb–Química, que serán incluidas en una estrategia de evaluación del trabajo en aula con dichos materiales en escuelas secundarias en Argentina.

El trabajo de diseño que se halla en realización se basa en una metodología de enseñanza caracterizada por la elección de una realidad cuyo estudio comienza con la identificación de sus propiedades características mediante la observación; la realización de experiencias sencillas e inclusión de datos; la sistematización de las propiedades; la b**úsqueda de** modelos que expliquen el comportamiento del sistema; y el trabajo con actividades de transferencia a otras situaciones y contextos. Mediante los procedimientos adecuados, los conceptos y modelos surgen de las actividades, a través de la reflexión conjunta de los estudiantes-y el profesor, para que puedan explicar y dar sentido a las propiedades fisicoquímicas de las sustancias, lo que contribuye a comprender adecuadamente la naturaleza de la Química y desarrollar actitudes positivas hacia el aprendizaje de la Ciencia.

La elaboración de materiales para el aula requiere de un trabajo de diseño y evaluación —encuadrado en el paradigma de investigaciones de diseño— que posibilita ajustar dichos recursos para lograr los resultados deseados. Se espera que ese sea uno de los resultados de los estudios. Además este tipo de estudios requiere de un trabajo conjunto entre docentes e investigadores, de la realización de seminarios, grupos de discusión, cursos sobre contenidos curriculares, tareas de apoyo durante el desarrollo de las clases (Rinaudo y Donolo, 2010).

Todo ello hace prever otros resultados relevantes de este tipo de trabajos: los importantes aportes para continuar mejorando el aprendizaje de la Química en el nivel previo a la universidad y al desarrollo profesional de los docentes involucrados y de los investigadores.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/Proyecto Espiga ("Promoviendo el Desarrollo del Pensamiento Crítico y de las dimensiones de Implicación Cognitiva y Emocional de los desempeños Epistémicos en las Clases de Ciencias en la Era de la Posverdad"), referencia PGC2018-096581-B-C22 y proyecto EAMARE-STEAM, referencia EDU2017-84979-R).

Agradecemos a la SECAT de la UNCPBA (Argentina) y a la Facultad de Ingeniería-UNCPBA (Argentina).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo A., Labarca, M. y Lombardi O. (2014). Una noción de modelo útil para la formación del profesorado de química. En C. Merino, M. Arellano y A. Adúriz-Bravo (eds.). *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes* (pp. 37-49). Valparaíso, Pontificia Universidad Católica: Ediciones Universitarias. URL.

Aramburu Oyarbide M. (2004). Jerome Seymour Bruner: de la percepción al lenguaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, *33*(1), 1-18. DOI.

DGCyE (2010). *Física Clásica y moderna. 6° año (ES)*. Buenos Aires (Argentina): Dirección General de Cultura y Educación. Recuperado de: URL.

Domínguez J.M. y Pro A. (2006). A Metodoloxía AcAb. Unha Proposta Didáctica para o Ensino-Aprendizaxe das Ciencias. En J. Díaz y M.P. Jiménez (Eds). *Perspectivas sobre a Aprendixaxe das Ciencias e das Matemáticas* (pp. 25-39). Universidade de Santiago de Compostela: Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais.

García Rodeja E., Lorenzo Barral F. M., Domínguez Castiñeiras J.M., Díaz de Bustamante J. (1988). Proyecto AcAb Química: análisis conceptual del contenido. *Adaxe. Revista de Estudos e Experiencias Educativas*, *4*, 91-101. URL.

Gilbert J.K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Educatio. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2*(2), 115-130. DOI.

Izquierdo M. (2014). Pasado y presente de la química: su función didáctica (capítulo 1), pp. 13-36. En C. Merino, M. Arellano y A. Adúriz-Bravo (eds.). *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes*. Valparaíso, Pontificia Universidad Católica: Ediciones Universitarias. URL.

Kelly A. (2004). Design Research in Education: Yes, but Is It Methodological? *The Journal of the Learning Sciences*, *13*(1), 115-128. DOI.

Molina M., Castro E., Molina J. L. y Castro E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, *29*(1), 75–88. URL.

Oliva J. M. (2006). Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *3*(1), 104-114. URL.

Osborne J. (2010). Promoting argument in the science classroom: A rhetorical perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *1*(3), 271-290. DOI.

Rinaudo, M. C. y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *22*, 1-29. URL.

P.05 Competencia científica y competencia digital en una experiencia de aula: la gota submarina

Daniel Valverde-Crespo, Antonio de Pro-Bueno y Joaquín González-Sánchez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Química Física. Universidad de Murcia. daniel.valverde@um.es

RESUMEN

Se presenta el diseño de una intervención didáctica en Educación Secundaria Obligatoria (ESO), en la asignatura de Física y Química, con el fin de desarrollar las competencias científica y digital. La intervención se basa en la experiencia "la gota submarina". Se realiza un análisis de su adecuación curricular, de la secuencia de actividades planteadas, su relación con los marcos conceptuales para las competencias que se pretenden desarrollar y, por último, se ofrecen resultados preliminares de su aplicación en un grupo de participantes de 3º de ESO.

Palabras clave: Competencia científica; competencia digital; intervención didáctica; educación secundaria.

ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN

En las dos últimas legislaciones educativas en España se ha incluido un elemento curricular en la educación obligatoria denominado competencias básicas o clave, que implican "aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles, desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos"

(MEC, 2006, p 18). De esta definición se extrae que se trata de aprendizajes transversales e integrados en todas las materias escolares, que van más allá de los contenidos "clásicos" y que aportan un "saber", "saber hacer" o "saber trasferir" a diferentes situaciones y contextos.

Desde su incorporación al currículo, las competencias, entre la que se encuentra la científica, han sido investigadas desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), para conceptualizarlas, analizar su relación con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, etc. (Pedrinaci, Caamaño, Cañal y Pro, 2012).

Sin embargo, como señalan Franco, Blanco y España (2014) el desarrollo y organización de propuestas para su enseñanza puede resultar difícil en la práctica, ya que, a pesar de ser un constructo aceptado en la comunidad educativa, existen numerosos y diversos factores en la actividad docente (Silvero, 2007; Monereo, 2010) que hacen que su puesta en práctica, supongan un reto de gran dificultad para el profesorado. Uno de ellos, fruto de la escasa atención que ha tenido la formación permanente para las Administraciones educativas, es que no todos los maestros y profesores comparten su significado. A éste habría que añadir otros que también agrandan la mencionada complejidad: un déficit en la formación didáctica de los docentes, una elevada ratio de alumnado en las aulas, el cumplimiento de un extenso currículo o los problemas de gestión del aula especialmente en la educación secundaria.

En esta comunicación se presenta el diseño y el análisis de una intervención didáctica en educación secundaria, en la asignatura de Física y Química, con el fin de desarrollar dos competencias implicadas en el aprendizaje de las ciencias: la competencia científica y la competencia digital. Además, se pretende que su realización pueda ser factible en términos de cumplimiento del currículo oficial, temporalidad y planificación de un centro educativo en la actualidad.

DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

Ubicación curricular

La propuesta se ha diseñado para su aplicación en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO. El currículo oficial para esta materia (MECD, 2014) se estructura en torno a 5 bloques de contenido, a partir de los que se establecen unos estándares de aprendizaje evaluables relacionados con las diferentes competencias curriculares. Por ello, tratamos de seleccionar los que puede abarcar la intervención.

De los estándares disponibles para Física y Química de 3º ESO en el currículo oficial seleccionamos algunos pertenecientes al bloque 1: La actividad científica. Éstos quedan recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Estándares seleccionados

Estándares de aprendizaje evaluables	
1.1	Formula hipótesis para explicar fenómenos cotidianos utilizando teorías y modelos científicos.
1.2	Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas.
5.2	Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros medios digitales.
6.1	Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones.

Objetivos didácticos

Con esta propuesta didáctica se pretende:

- Poner en práctica algunos procesos implicados en la actividad científica: describir observaciones, explicar fenómenos de acuerdo a información recabada, realizar y corroborar predicciones en torno a fenómenos naturales, realizar informes, etc.
- Buscar, seleccionar y valorar información de Internet de forma objetiva y crítica, de acuerdo a una serie de criterios establecidos desde la literatura especializada.

Marcos conceptuales para la competencia científica y la competencia digital

El enfoque más conocido para la competencia científica es el propuesto por PISA. Sin embargo, existen otros marcos conceptuales para esta competencia propuestos desde el área de DCE que, en algunos casos, resultan más clarificadores para la práctica docente y más fácilmente aplicables a nuestro contexto escolar. En esta comunicación, nos apoyamos en el marco propuesto por Pedrinaci et al. (2012). En él, la competencia científica se desglosa en una serie de capacidades relacionadas con tres aspectos fundamentales de la enseñanza de las ciencias:

- El conocimiento de la ciencia.
- La práctica de la ciencia.
- La naturaleza de la ciencia y sus relaciones con la tecnología y la sociedad.

Por otro lado, la competencia digital se apoya actualmente en marcos conceptuales derivados del DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe (Ferrari, 2013). En este marco, esta competencia se divide en cinco áreas relacionadas: información, comunicación, creación de contenido, seguridad y resolución de problemas. Cada una de estas áreas, a su vez, se subdivide en subcompetencias hasta un total de 21.

La competencia digital es transversal a todas las materias escolares, por ello, su desarrollo debe ser contemplado desde todas ellas por la necesidad actual de que nuestros estudiantes dispongan de un cierto grado de alfabetización al respecto. Obviamente la enseñanza de las Ciencias aporta elementos y singularidades a los que ya hemos hecho referencia en otros trabajos (Valverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018), en los que hemos analizado la relación entre competencia digital y científica, y en los que hemos mostrado el solapamiento de ambas en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias en el siglo XXI.

La relación de subcompetencias científicas y digitales basadas en estos marcos y que se pretende trabajar en esta intervención se muestra posteriormente en la Figura 2.

Secuencia de actividades y su relación con las competencias científica y digital

Nuestra experiencia se basa en “la gota submarina” (A.A.V.V., 2012), que consiste en una sencilla experiencia utilizando tres sustancias líquidas: agua, aceite (de oliva o de girasol) y alcohol etílico (disolución al 96% para uso antiséptico tópico). En ella, se debe realizar una mezcla homogénea de agua y alcohol etílico (en torno al 50%) y verterla sobre un recipiente que contenga, en un dedal cerámico, por ejemplo, una pequeña cantidad de aceite de oliva. El resultado es una mezcla heterogénea en la que, como la disolución hidro-alcohólica tiene una densidad que coincide aproximadamente con la del aceite de oliva, ésta última se queda en el centro del recipiente formando una esfera. La Figura 1 muestra el estado final del sistema.

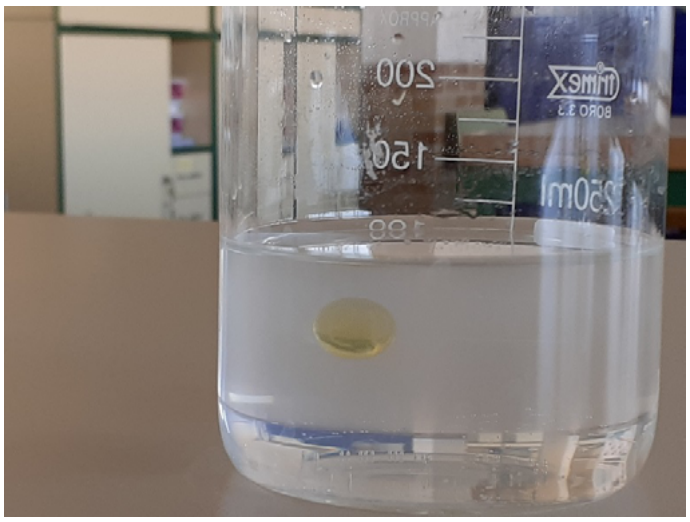


Figura 1. Estado final de la gota de aceite de oliva en el seno de la disolución de etanol en agua (elaboración propia).

A partir de esta referencia hemos construido la siguiente intervención, que se lleva a cabo en tres sesiones diferentes, que describimos a continuación.

Sesión 1

Se realiza en el aula de informática del centro, o bien en la propia aula de los participantes si se trata de un grupo que participe en un programa digital o 1:1 en el cada estudiante acude a su centro educativo con un portátil o una tablet.

En primer lugar, el docente, con el material de laboratorio necesario (vasos de precipitado, probetas…), realiza de modo demostrativo una mezcla entre agua y aceite, mostrando a todos los participantes cómo queda el sistema heterogéneo al final (aceite arriba por su menor densidad y el agua abajo). Posteriormente, repite el proceso utilizando el alcohol etílico y el aceite, en el que el sistema queda con el alcohol etílico por encima del aceite dado que la densidad de éste es menor.

Una vez que todos los participantes han observado el sistema, se les suministra una hoja de trabajo con las actividades que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Actividades y subcompetencias de la sesión 1

Actividades sesión 1	Subcompetencias
1 – Describe las experiencias que has observado con los líquidos agua, aceite de oliva y alcohol etílico.	Descripción de observaciones
2 – Busca en Internet el valor de la densidad (en la unidad kg/m^3) del agua, del aceite y del alcohol (etanol) y anótalas. A continuación, rellena la tabla siguiente indicando las páginas web que has usado y la fiabilidad (alta, media o baja) que le otorgas a cada una, justificando tu respuesta con al menos dos motivos. Apóyate para ello en el documento que se adjunta en Edmodo.	Búsqueda y evaluación de información
3 – Teniendo en cuenta los datos que has obtenido para la pregunta anterior y de lo que ha sucedido en la experiencia que has observado, intenta generalizar lo que sucede al mezclar dos líquidos inmiscibles con distinta densidad.	Procesamiento de información y explicación de fenómenos
4 – Si en un vaso hiciéramos una mezcla homogénea de agua y etanol, que son líquidos miscibles entre sí, y después la añadimos a una pequeña cantidad de aceite, ¿qué crees que sucedería? Explícalo con tus palabras y haz un dibujo de cómo crees que quedaría el vaso indicando donde estaría cada uno de los componentes de la mezcla.	Predicción de fenómenos

Para el desarrollo de la actividad 2, se les suministra un documento (en formato físico o digital) con un resumen adaptado a 3º de ESO con los criterios para valorar la calidad y fiabilidad de una fuente en Internet propuestos en el trabajo de Fornás (2003). En nuestro caso, se les proporcionó a través de la plataforma Edmodo (https://go.edmodo.com/sobre-edmodo/?lang=es), usada en su centro educativo.

Sesión 2

Realizada en el laboratorio del centro educativo o, en su defecto, en el aula de los participantes. En esta sesión, ante la falta de material o de puestos de trabajo, los participantes podrían trabajar por parejas o en pequeños grupos. Se les suministra el material necesario y una nueva hoja de trabajo con las actividades a realizar y que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Actividades y subcompetencias de la sesión 2

Actividades sesión 2	Subcompetencias
1 – En un vaso realiza una mezcla de agua y etanol (alcohol 96% de uso sanitario) que contenga aproximadamente la misma cantidad de ambos (es posible que sea necesario un poco más de alcohol de que agua ya que el etanol suministrado ya contiene agua) y agítalo con una varilla. Después con un cuentagotas, toma una pequeña cantidad de aceite de oliva y añádela en el centro de la mezcla de agua y alcohol. Una vez estabilizado el sistema: - Describe cómo ha quedado y realiza una foto del mismo con tu móvil.	Descripción de observaciones
2 – Coincide cómo ha quedado la mezcla con tu predicción hecha en la hoja de trabajo anterior. ¿Qué diferencias observas?	Comprobación de predicciones

Sesión 3

Se trata de una actividad de trabajo autónomo del participante. Se puede realizar en casa o en horario escolar, en el aula de informática o en otras si participan en un proyecto 1:1. Se les suministra una tercera hoja de trabajo con las actividades mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4. Actividades y subcompetencias de la sesión 3

ACTIVIDADES SESIÓN 3	SUBCOMPETENCIAS
1 – Elabora con un procesador de texto (MS Word, LibreOffice Writer…) un informe que contenga los siguientes datos: Tu nombre y apellidos, el grupo al que perteneces y el nombre de tu instituto. Inserta la foto que realizaste en la sesión anterior. Después responde a las siguientes cuestiones en él, copiando los enunciados.	Desarrollo de contenidos digitales e intercambio de información y contenidos
2 – Observa la foto de la mezcla formada por la disolución de agua y alcohol con aceite que realizaste la sesión anterior y, teniendo en cuenta, lo trabajado en las dos últimas sesiones, explica por qué el sistema ha quedado de esa manera.	Explicación de fenómenos
3 - ¿Con qué forma queda el aceite en esa mezcla? ¿Por qué adquiere esa forma? Busca información al respecto en Internet para resolver esta cuestión. Anota en este cuestionario las páginas web que has utilizado para responder y la fiabilidad que le das a cada una de ellas (alta, media o baja) y por qué.	Explicar fenómenos, búsqueda y evaluación de información

Por último, en la Figura 2 mostramos la relación entre las competencias científicas y digitales, y su secuencia de trabajo, que pretendemos trabajar en las actividades expuestas anteriormente.

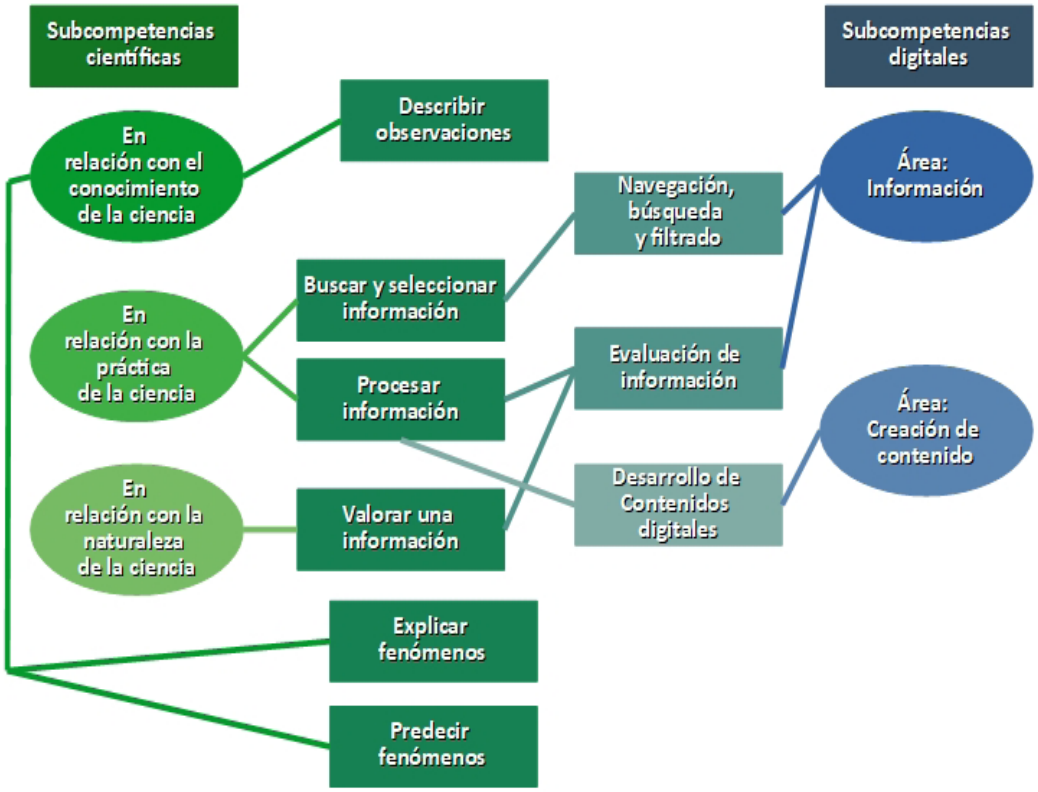


Figura 2. Subcompetencias científicas y digitales de la intervención y su relación (elaboración propia)

CONTEXTO Y PUESTA EN PRÁCTICA

La intervención ha sido realizada por uno de los autores en un instituto de educación secundaria público del municipio de Molina de Segura perteneciente a la Región de Murcia. Dicho municipio tiene una población censada de 72.000 habitantes aproximadamente en 2019 y se encuentra limítrofe al municipio de Murcia.

El ensayo de la intervención se realizó en un grupo de 3º de ESO de 23 participantes, durante el curso académico 2019/2020. Éstos tenían edad de 14 y 15 años y todos participaban en un proyecto digital 1:1 de la Región de Murcia, por lo que acuden diariamente a sus centros educativos con un ordenador portátil donde tienen licencia de acceso a libros electrónicos y están registrados en una plataforma educativa virtual como Edmodo; este hecho facilitó que tanto la sesión 1 como la sesión 3 pudieran desarrollarse en el aula habitual de los participantes. El nivel socioeconómico del grupo es medio-alto. La nota media en la primera evaluación de Física y Química de 3º ESO fue de 7,5, por lo que se puede considerar un grupo de buen rendimiento académico.

RESULTADOS PRELIMINARES

La información recogida en las dos hojas de trabajo y el informe entregado por los participantes están actualmente en fase de vaciado y análisis, por medio de un procedimiento inductivo o de categorización abierta como el empleado en trabajos anteriores (Valverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2020). De los

resultados, daremos cuenta en nuestra exposición, incidiendo no sólo en los aprendizajes generados sino en los logros subcompetenciales, en las dificultades encontradas, en las inquietudes de los estudiantes al resolver la tarea, etc.

Además, al final de la intervención se propuso a los participantes una breve encuesta con un diferencial semántico. Se emplearon las dicotomías expuestas en la Tabla 5, en una valoración de 1 al 5.

Tabla 5. Preguntas de la encuesta de valoración de la intervención

PREGUNTAS	RESPUESTAS
La actividad de me ha gustado:	Nada 1 2 3 4 5 Mucho
La actividad de ha parecido:	Aburrida 1 2 3 4 5 Divertida
El documento para valorar las páginas web me ha ayudado:	Nada 1 2 3 4 5 Mucho
El proceso de buscar y valorar las páginas web me ha parecido:	Inútil 1 2 3 4 5 Muy útil
El proceso de buscar y valorar las páginas web me ha parecido:	Aburrido 1 2 3 4 5 Divertido
Me gustaría realizar actividades de este tipo:	Nunca 1 2 3 4 5 Siempre

Podemos destacar que a los participantes de forma mayoritaria les gustó la intervención, ya que 18/23 seleccionaron la posición 5 y 4 de la escala y ninguno seleccionó las opciones 1 y 2.

En cuanto a los procesos de buscar y valorar información de Internet, como se muestra en la Figura 3, la mayoría de los participantes lo considera de gran utilidad, aunque un número importante de los mismos lo considera un proceso aburrido.

Estas percepciones indican, por un lado, indican que se trata de una intervención que puede gustar al alumnado, a la vez que considera que aprender a buscar y valorar información de Internet les puede resultar de utilidad, probablemente por la novedad que supone su incorporación al aula.

Sin embargo, el que consideren ese proceso como aburrido nos plantea la duda de si aplicarían en su contexto cotidiano las competencias científico-digitales trabajadas en las actividades.

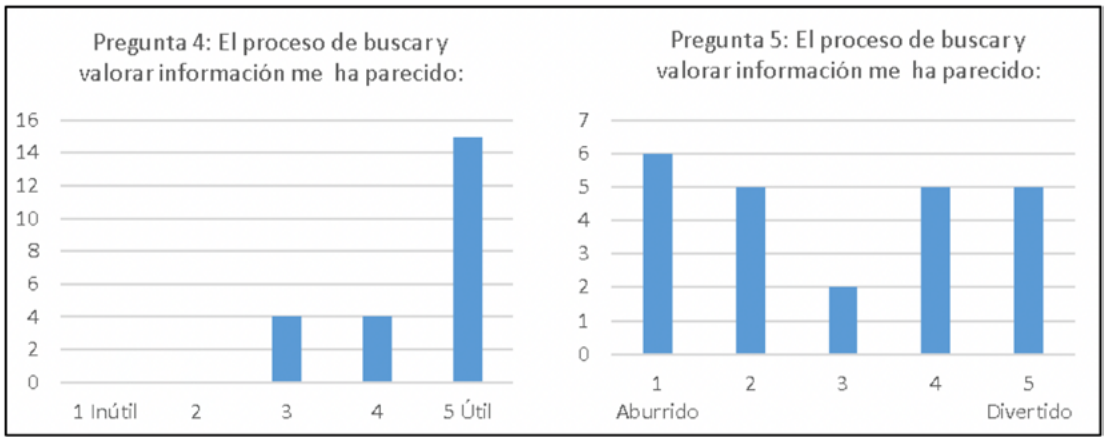


Figura 3. Respuestas de las cuestiones 4 y 5 de la encuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.A.V.V. (2012). La gota submarina. En Junta de Andalucía (Editor), *100 Experimentos sencillos de Física y Química* (pp. 101-103). España: OpenLibra.

Fornás, R. (2003). Criterios para evaluar la calidad y fiabilidad de los contenidos en Internet. *Revista Española de Documentación Científica*, 26(1), 75-80.

Franco-Mariscal, A.J., Blanco, A. y España, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 649-667.

MEC (2006). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

MECD (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Monereo, C. (2010). ¡Saquen el libro de texto! Resistencia, obstáculos y alternativas en la formación de los docentes para el cambio educativo. *Revista de Educación*, 352, 583-597.

Pedrinaci, E. Caamaño, A., Cañal, P. y Pro, A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Grao.

Silvero, M. (2007). Estrés y desmotivación docente: el síndrome del "profesor quemado" en educación secundaria. *Estudios sobre Educación*, 12, 115-138.

Valverde-Crespo, D. Pro-Bueno, A. y González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2105.

Valverde-Crespo, D. Pro-Bueno, A. y González-Sánchez, J. (2020). La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1101.

P.06 Creación, diseño, implementación y evaluación de la webquest “Las madres de todas las células”

David Rosa Novalbos[1], Mª Mercedes Martínez Aznar[2]

[1]IES Rosa Chacel. Colmenar Viejo (Madrid). [2]Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado. Universidad Complutense de Madrid (UCM). E-mail: drosa@iesrosachacel.org

RESUMEN

Esta investigación presenta la creación, diseño, implementación y evaluación de una herramienta tecnológica webquest de utilidad como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos científicos relacionados con las Células Madre. Se trabaja mediante una metodología indagativa, en grupos cooperativos, para desarrollar dimensiones competenciales científicas y comunicativas en el alumnado de 16-18 años del IES Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid-España). Los resultados reflejan niveles altos de resolución en todas las variables analizadas para la creación de esquemas en formato digital y su comunicación oral a modo de charlas TED. Esta webquest ha tenido una buena acogida y valoración por parte de los estudiantes y ha puesto de manifiesto que este recurso tecnológico genera beneficios a niveles competenciales y educativos.

Palabras clave: Webquest; Células Madre; Competencia científica; Indagación; Bachillerato.

MARCO TEÓRICO

Una webquest se puede traducir como "búsqueda en internet" por medio de una navegación a través de diferentes webs de una forma guiada y favoreciendo la autonomía de los estudiantes y un trabajo cooperativo (Ruiz Palmero, Sánchez Rodríguez y Sánchez Rivas, 2013). La primera webquest fue diseñada y creada para estudiantes de la Universidad de San Diego (California) por Bernie Dodge y Tom March (Quintana Albalat e Higueras Albert, 2009, p.7). Se trata de presentar al alumnado un problema al que tienen que buscar una solución mediante los recursos que el profesor pone a su disposición y que ha seleccionado previamente para realizar la tarea en un periodo de tiempo concreto. Es decir, pretende centrar el trabajo de los estudiantes en la elaboración de la información, no en su búsqueda.

En palabras de Palomo (Palomo et al, 2005, citado en Ruiz Palmero, Sánchez Rodríguez y Sánchez Rivas, 2013): *"Se toma como punto de partida, una tarea atractiva y motivadora, extraída a ser posible del mundo real, y persigue un aprendizaje colaborativo (que ayuda a los alumnos al desarrollo de habilidades sociales y a contribuir al producto final del grupo), y un tratamiento y entendimiento de la información"*. Es decir, la webquest debería presentar un escenario posible que permita al alumnado acercarse a una experiencia inmersiva que les permita imaginarse ejerciendo un rol de alguno de los agentes sociales actuales.

En esta comunicación se muestra el proceso de creación, diseño, implementación y evaluación de la webquest "Las madres de todas las células":

https://sites.google.com/a/iesrosachacel.org/las-madres-de-todas-las-celulas/home

Este recurso tecnológico y didáctico ha sido creado por el profesor-investigador para fomentar la investigación autónoma de los estudiantes y favorecer su formación científica sobre los contenidos relacionados con las Células Madre, así como para promover en estos el desarrollo de diferentes dimensiones competenciales propias de la competencia científica y de la competencia comunicativa. Se trata, por tanto, de una investigación para comprobar la utilidad didáctica de este recurso digital.

En este sentido, esta webquest fomenta la educación científica por medio de una investigación escolar como las propuestas por los currículos de la LOMCE (Ley Orgánica 8/2013) desde una perspectiva metodológica indagativa que presenta beneficios para la construcción de la competencia científica por parte de los estudiantes (Informe Rocard, 2007).

La metodología indagativa que se asume en esta investigación permite incorporar la práctica de las dimensiones de la competencia científica y de la competencia comunicativa como se propone en el DECRETO 52/2015 (p.32): *"El Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitan: (...) e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana. (...) j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. (...)"*.

Las competencias comunicativas también se verán fomentadas por medio del formato empleado en las "charlas TED" (Anderson, 2016) que se deben realizar como producto final de toda la fase de investigación de los estudiantes.

La webquest presentada en este estudio pretende trascender el modelo tradicional transmisivo con el que se suele trabajar estos contenidos sobre las Células madre para pasar a un modelo didáctico centrado en una metodología más innovadora y motivadora, una metodología activa, en la que los estudiantes tengan que trabajar de una forma más autónoma, reflexiva, cooperativa y responsable (Abellán Toledo y Herrada Valverde, 2016).

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es comprobar la utilidad didáctica de la webquest "Las madres de todas las células" para favorecer la enseñanza y el aprendizaje científico sobre las Células madre, potenciar

el desarrollo de competencias científicas y comunicativas y fomentar la motivación de los estudiantes de 1º Bachillerato de la asignatura de Biología y Geología LOMCE. Este objetivo se descompone en objetivos específicos que permiten un mejor estudio:

- Construir los conocimientos sobre las Células madre: qué son, sus tipos, sus aplicaciones y sus potencialidades futuras.
- Desarrollar competencias científicas como la búsqueda de información, la selección de la información relevante, la capacidad de síntesis para su comunicación y el trabajo individual y en equipo.
- Desarrollar competencias comunicativas mediante la utilización del lenguaje científico sobre las Células madre por medio de la expresión oral y escrita.
- Tratar los contenidos sobre las Células madre de una manera diferente, más innovadora, creando un ambiente motivador y atractivo para el alumnado, mediado por las TIC por medio de la webquest, generando una pequeña experiencia inmersiva que favorezca la enseñanza-aprendizaje.

METODOLOGÍA

En primer lugar, el profesor-investigador creó la webquest durante el primer trimestre del curso académico 2019-2020 utilizando una de las plantillas disponibles en la herramienta de Google Sites: https://sites.google.com/site/modelowqcastellano/home

Su diseño se conformó para que sirviese de recurso tecnológico-didáctico para trabajar el desarrollo de los contenidos curriculares relacionados con las "Células Madre" (tipos, investigación, aplicaciones, retos de futuro, etc.) de las asignaturas de ciencias (Biología y Geología; Cultura científica) de 1º Bachillerato.

Esta webquest está configurada como una página web autoguiada que pretende favorecer la autonomía de los estudiantes en su investigación. Consta de seis partes como sugieren (Ruiz Palmero, Sánchez Rodríguez y Sánchez Rivas, 2013), aunque en esta ocasión se ha añadido un apartado de "Guía didáctica" para otros docentes:

- **Portada** (Figura 1). Presenta la actividad, nivel educativo y materias a las que va dirigida, centro educativo, autor, fecha de creación y tipo de licencias de esta web.

Figura 1. Portada de la webquest "Las madres de todas las células".

- **Introducción.** Inicia la temática de investigación y establece una pregunta guía que la oriente: ¿qué debería saber la población general sobre las Células Madre y sus aplicaciones?
- **Tarea.** Establece una situación hipotética como motivación para los estudiantes y se concreta más la pregunta guía inicial para centrar sus investigaciones: **¿Qué debéis dejar bien claro sobre la realidad actual de la investigación** y las aplicaciones de las Células Madre? También concreta las dos tareas que deben crear, un esquema con una herramienta digital de libre elección y una exposición oral a modo de charla TED.
- **Proceso.** Indica y secuencia los pasos que deberían seguir en sus investigaciones. También sugiere preguntas que les orienten y aporta recursos web (herramientas educativas, vídeos, páginas, noticias, información para preparar su exposición oral) de utilidad para centrar las investigaciones y evitar que se pierdan en Internet. Incluye un documento de interés para aclarar en qué consiste una charla TED y cómo prepararla.
- **Evaluación.** Aclara cómo van a ser evaluados y qué se va a evaluar. Incluye la ficha de evaluación con los ítems que se van a tener en cuenta.
- **Conclusión.** Explica lo que conseguirán los estudiantes aunque aún no hayan realizado la investigación. Tiene la intención de motivar hacia el objetivo propuesto.
- **Guía didáctica.** Aclara aspectos de interés para otros docentes que quieran utilizar este recurso digital, ya que queda abierto en modo "público". Detalla las áreas y niveles en que podría ser empleado, sus objetivos, propuesta de temporización, algunas sugerencias o aclaraciones, otros recursos web de interés y los créditos de imágenes y agradecimientos a los autores de las web empleadas.

La webquest está diseñada para fomentar el trabajo en grupos cooperativos de estudiantes y de forma compartida en sus documentos digitales con las TIC para la creación de un esquema y una presentación digital muy reducida para su exposición oral. Los contenidos sobre las Células Madre son comunes a todos los equipos de estudiantes y, finalmente, debían comunicar sus investigaciones por medio de sus exposiciones orales en grupo a modo de charlas TED.

La temática y propuesta de realizar esta investigación, por los grupos cooperativos de estudiantes, es la estrategia empleada por el profesor-investigador para intentar motivar y presentar al alumnado estos contenidos científicos de una manera diferente.

En esta metodología el estudiante ha tenido un rol activo y bastante autónomo para su aprendizaje por medio de la investigación de la webquest, mientras que el profesor-investigador ha seguido un rol de guía y facilitador del aprendizaje.

Muestra

Se trata de un grupo intacto de la asignatura de Biología y Geología (LOMCE) con un total de 24 estudiantes (17 mujeres y 7 hombres) de entre 16-18 años de 1º de Bachillerato del I.E.S. Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid, España). Estos 24 alumnos se agrupan en 8 equipos de entre 2-4 estudiantes.

También se implementó con otros 2 grupos intactos de la asignatura de Cultura Científica (LOMCE), pero no se dispone de datos para evaluar sus resultados porque muchos de los estudiantes de la muestra de investigación cursaban las dos asignaturas.

Desarrollo

Toda la implementación de la webquest como recurso didáctico ha ocupado 5 sesiones de aula no continuas en el tiempo, distribuidas en 2 semanas, durante el mes de Febrero de 2020.

Las tareas de investigación y creación de esquemas se realizaron dentro y fuera del aula durante la primera semana de febrero con una inversión de 2 sesiones en aulas de informática (Figura 2). Es en la primera de estas sesiones donde el profesor-investigador realiza la presentación de la actividad y de la webquest como introducción y motivación hacia la investigación. En el aula de informática se realizan tareas que integran la competencia científica con las competencias digitales como son la búsqueda de información, selección de los contenidos más adecuados, organización del esquema digital final y creación y preparación de la presentación digital y oral para su comunicación en el aula.

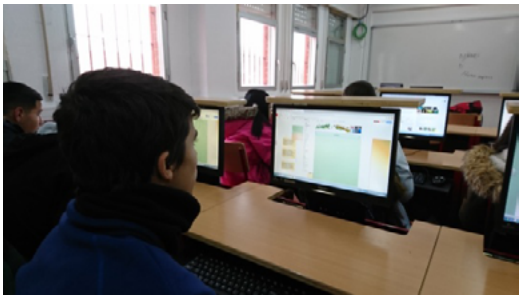


Figura 2. Trabajo del alumnado en las aulas de informática.

Tras la fase de investigación y creación de los recursos digitales se desarrollaron las presentaciones orales durante 3 sesiones de aula. Los grupos disponen para su exposición de una duración de 10 minutos, no prorrogables (Figura 3). Durante estas sesiones se realiza también la evaluación por medio de la autoevaluación del grupo que expone, la coevaluación del resto de equipos y la heteroevaluación del profesor.

Figura 3. Exposiciones orales en el aula a modo de charlas TED.

Instrumentos de toma y análisis de datos

Uno de los instrumentos para la recogida de datos y su posterior análisis es la ficha de evaluación tanto de la exposición oral en el aula como del esquema creado por los grupos cooperativos. Esta ficha se emplea para evaluar a los componentes de cada grupo cooperativo y extraer calificaciones escolares. Además se utiliza para la autoevaluación y la coevaluación entre grupos. Dicha ficha se puede revisar en el siguiente enlace: https://padlet-uploads.storage.googleapis.com/20791111/596746d083b8300a99a45d6c97838e90/FICHA_DE_EVALUACI_N_DE_LA_EXPOSICI_N_ORAL_Y_ESQUEMA.pdf

Otro instrumento de recogida de datos es un cuestionario digital de valoración de los estudiantes de la propia

webquest y de la metodología empleada. Ha sido creado con la herramienta de formularios de Google y se puede visitar en el siguiente enlace: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfZw5btx3LOn3XBtOxXt-cGNCJov6fz_PomNRFqhp50OLYqoeQ/viewform

RESULTADOS

Las producciones de los estudiantes de los que se han extraído los resultados se pueden encontrar en el siguiente enlace:

https://es.padlet.com/darosanov/WEBQUESTCELULASMADRE2020

Se trata de un Padlet, recurso digital a modo de muro, que contiene todos los esquemas, imágenes y algunas de las grabaciones de las presentaciones de los grupos cooperativos. También contiene las herramientas de evaluación, así como los resultados obtenidos en el cuestionario digital de valoración que cumplimentaron los estudiantes.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por los 8 grupos de la muestra con la ficha de evaluación propuesta como instrumento de toma y análisis de datos. Surgen de la evaluación del profesor-investigador que se ha guiado también por las autoevaluaciones y coevaluaciones.

Para la calificación de la "Exposición oral" se utiliza una escala de 0 a 10 para cada variable analizada (contenidos, diseño de la exposición oral, expresión oral y originalidad). Sin embargo, para la calificación del "Esquema", aunque también se utiliza una escala de 0 a 10 para su calificación final, se distribuye dicha evaluación entre sus tres variables: contenidos (0 a 4), expresión escrita (0 a 3) y diseño (0 a 3).

En el apartado de Contenidos de ambos productos se analiza la construcción de los conocimientos sobre las Células madre: qué son, sus tipos, sus aplicaciones y sus potencialidades futuras.

Tabla 1. Resultados de la muestra, conforme a la Ficha de evaluación, donde se indican las calificaciones alcanzadas por los 8 grupos en las variables analizadas tanto en la exposición oral como en el esquema.

EXPOSICIÓN ORAL	1	2	3	4	5	6	7	8	MEDIA
Contenidos (0-10)	10	9	10	10	8	10	10	10	9,62
Diseño de la exposición (0-10)	10	9	10	10	7	10	10	10	9,50
Expresión oral (0-10)	9	8	10	9	9	9	9	9	9,00
Originalidad (0-10)	10	8	10	10	8	9	10	10	9,37
ESQUEMA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**MEDIA**
Contenidos (0-4)	4	2	4	3,5	4	4	3,5	4	3,62
Expresión escrita (0-3)	3	2,5	3	3	2,5	3	2,5	3	2,81
Diseño (0-3)	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	3	2,5	2,69

En la tabla se pueden observar los altos niveles de resolución en todas las variables analizadas del trabajo realizado por el alumnado de la muestra de investigación.

Respecto a las exposiciones orales se obtienen valores medios iguales o superiores a 9 en las cuatro variables, lo que refleja una adecuada investigación de los contenidos científicos, una alta implicación de los estudiantes en la tarea, unas producciones orales de calidad y, por tanto, un elevado aprovechamiento de la actividad. También se puede apreciar que los grupos 2 y 5, sin tener niveles bajos de resolución, son los que se podrían

haber implicado más en las tareas y tendrían aún márgenes de mejora en todas las variables. Además, aunque los valores obtenidos tampoco son bajos, se puede destacar que el alumnado en general encuentra mayores dificultades en la expresión oral de sus exposiciones.

En relación a los esquemas creados por los diferentes grupos de estudiantes, como el del ejemplo de la Figura 4, han sido realizados con diferentes herramientas digitales como Bubbl.us, Popplet, Cacoo, Padlet o GoConqr, ya que se les permitía utilizar el recurso tecnológico con el que se sintiesen más cómodos.

Figura 4. Ejemplo de esquema creado por el grupo 7 con la herramienta Cacoo.

En esta parte de la tarea también se obtienen valores medios elevados en las tres variables, lo que refleja una adecuada investigación de los contenidos científicos, una alta implicación de los estudiantes en la actividad, unas producciones de calidad de sus esquemas y, por tanto, un buen aprovechamiento de esta tarea.

Los resultados del cuestionario digital de valoración de los estudiantes sobre todos los aspectos de la actividad realizada con la webquest se pueden revisar en el siguiente enlace:

https://docs.google.com/a/iesrosachacel.org/forms/d/1pytg5iwPD34zSE6GujKM3FKq2zGNxMX_wOoRP-qkpQ90/viewanalytics

Algunos resultados a destacar serían:

- Al 58,3 % le ha gustado mucho y le ha resultado muy útil la webquest como herramienta digital para introducir y guiar el desarrollo de su investigación sobre las Células Madre, mientras que a otro 37,5 % le ha gustado bastante.
- Al 37,5 % la temática de las Células Madre les parece muy interesante y a otro 58,3 % les parece bastante interesante.
- A un 29,2 % les parecía ilusionante la idea de diseñar y realizar una charla TED y a otro 25 % les resultaba un reto de los que les gustan. Al otro 45,8 % les parecía complicado pero factible.
- Respecto al grado de satisfacción acerca del resultado final de su charla TED, para el 41,7 % es alto y para otro 50 % es bueno.
- Las charlas TED les han parecido interesantes al 50 % de la muestra, normales al 45,8 % y aburridas al 4,2 %.

- También tiene para el 33,3 % mucho interés el observar y evaluar las charlas TED del resto de grupos para su formación y para el 58,3 % bastante interés. Sólo para dos estudiantes no tienen interés.
- El 33,3 % está muy satisfecho con su esquema y el 62,5 % satisfecho.
- También tiene para el 29,2 % mucho interés el observar y evaluar los esquemas del resto de grupos para su formación y para el 58,3 % bastante interés. Hay 3 estudiantes para los que no tienen interés.
- Asimismo para la mayoría el profesor ha diseñado de forma adecuada el conjunto de actuaciones para el desarrollo de toda la actividad y opina que su ayuda y guía ha sido adecuada y que los tiempos disponibles para su desarrollo han sido suficientes.
- La mayoría opina que esta actividad le ha ayudado a adquirir conocimientos científicos nuevos, a aprender a trabajar en equipo y a realizar exposiciones orales.
- El 62,5 % considera muy recomendable esta actividad para otros compañeros y otro 25 % la valora como recomendable.

Se expone también algún comentario de los estudiantes sobre todo el conjunto de la actividad:

- "Era un tema muy interesante y preparar una breve charla sin apoyo de una presentación me parece muy interesante."
- "Me ha gustado mucho, me ha servido para aprender conocimientos nuevos tanto en la investigación como al ver las charlas de mis compañeros. En mi opinión, se deberían realizar más proyectos como estos pues nos ayudan mucho en la parte de hablar delante de personas sin ningún recurso, de aprender a investigar, de relacionarnos con compañeros...Ha sido muy interesante y eficaz."
- "El proyecto ha estado bien. Lo recomiendo. La única pega que puedo poner es el tiempo para crear y diseñar el esquema y la charla TED. En general el resultado es positivo."
- "Me ha parecido muy interesante el tema propuesto de investigación. Las herramientas proporcionadas por el docente han sido suficientes para poder realizar la investigación. También ha sido interesante trabajar con mis compañeros de equipo. Realmente satisfecha con el resultado de la investigación de mi equipo y la de mis compañeros."

CONCLUSIONES

Los resultados reflejan niveles altos de resolución en todas las variables analizadas para la creación de esquemas en formato digital y su comunicación oral a modo de charlas TED, lo que pone de manifiesto la utilidad de esta webquest como recurso didáctico para favorecer la enseñanza y el aprendizaje científico de los contenidos sobre las Células Madre de una forma autónoma, así como para potenciar el desarrollo de las competencias científicas y comunicativas analizadas.

Las valoraciones extraídas del cuestionario digital también permiten concluir que esta webquest ha tenido una buena acogida por los estudiantes de la muestra para fomentar su motivación, además de generar beneficios a niveles competenciales y educativos. También su participación en la autoevaluación y la coevaluación les permite reconocer las virtudes que tiene para su aprendizaje y no dudan en recomendar esta actividad para otros compañeros.

Todo lo expuesto lleva a concluir que esta webquest se constituye como una herramienta tecnológica digital

de utilidad para la didáctica de la ciencia relacionada con las Células Madre, así como por el desarrollo de competencias científicas y comunicativas y la motivación que favorece en los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abellán Toledo, Y. y Herrada Valverde, R.I. (2016). "Innovación educativa y metodologías activas en educación secundaria: la perspectiva de los docentes de lengua castellana y literatura. *Revista Fuentes*, 18 (1), 65-76. Disponible en: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/53843/2371-6750-1-PB.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Anderson, C. J. (2016). *Ted Talks*. Barcelona, España: Deusto.

DECRETO 52/2015, de 21 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo del Bachillerato. BOCM, 120. Disponible en: https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2015/05/22/BOCM-20150522-3.PDF

Informe Rocard (2007). Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. European Commision. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). B.O.E., 295. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf

Quintana Albalat, J. e Higueras Albert, E. (2009). *Las WebQuests, una metodología de aprendizaje cooperativo, basada en el acceso, el manejo y el uso de información en red. Cuadernos de docencia universitaria*. Barcelona: ICE y Ediciones OCTAEDRO S.L. Recuperado de: http://hdl.handle.net/2445/144997

Ruiz Palmero, J., Sánchez Rodríguez, J. y Sánchez Rivas, E., (2013), Plataformas y aprendizaje colaborativo. En José Sánchez Rodríguez y Julio Ruiz Palmero (coords.). *Recursos didácticos y tecnológicos en educación*. Editorial Síntesis, Madrid.

P.08 Huertos escolares ecodidácticos. Planificación y aplicación por futuros maestros de intervenciones educativas en primaria

José Orenes Cárceles[1,2], Manuel Fernández Díaz[2] y José María Egea Fernández[3]

[1]CEIP. Juan XXIII de Murcia. [2]Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. [3]Facultad de Biología de la Universidad de Murcia. E-mail: jose.orenes@um.es

RESUMEN

La utilización por el profesorado de Ciencias de los huertos escolares sigue en aumento. Las investigaciones evidencian que se trata de un recurso útil para desarrollar el conocimiento, facilitar la adquisición de procesos de investigación y favorecer el trabajo interdisciplinar. Sin embargo, el profesorado reclama formación en aspectos técnicos y didácticos. Este trabajo analiza las necesidades formativas de estudiantes de 4º Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia, para la realización de una actividad formativa, desde el planteamiento de trabajos de indagación, como modelo a nuestros universitarios para el diseño y aplicación de diversas actividades con alumnos de un centro escolar de Primaria. Los resultados muestran la utilidad de la participación activa de escolares y manifiestan la necesidad de seguir profundizando en formación científica y didáctica.

Palabras clave: Huerto Ecodidáctico; formación inicial de futuros maestros; actividades de indagación; procesos de investigación.

INTRODUCCIÓN

La utilización en los centros de Infantil, Primaria y Secundaria de los huertos escolares supone una lección sobre aspectos de biología, en general, ecología, en particular, e, incluso, un espacio muy valioso para la educación para la sostenibilidad (Gozalbo et al., 2019). El alumnado puede aprender ciencia haciendo ciencia, pues a través de la experimentación puede desarrollar y adquirir conocimientos, habilidades y actitudes propias de este ámbito del conocimiento (Ceballos et al., 2014). Con esto se observa un aumento del interés de los centros educativos por disponer de un huerto escolar (Reina et al., 2017).

Sin embargo, normalmente solo se emplean como complemento del trabajo del aula, no aprovechando todo su potencial como "huertos ecodidácticos" (en adelante HED) para una educación más integral y significativa (Aragón, 2016). Es preciso, y este es el ámbito en el que se inserta esta contribución, mejorar la formación del profesorado para una utilización más eficiente y completa. De este modo, hemos trabajado con un grupo de estudiantes de 4º del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia que cursaban la asignatura "Talleres de la Naturaleza" de la mención de "Recursos educativos para la escuela y el tiempo libre" en una formación específica sobre el uso escolar de los HED y, a partir de la misma, han planificado, elaborado y aplicado diversas actividades de enseñanza con alumnos de Primaria del Colegio Juan XXIII de Murcia.

MARCO TEÓRICO

Los HED permiten actividades prácticas reales basadas en la experiencia, facilitan el aprendizaje de los contenidos curriculares y ponen en práctica habilidades propias del trabajo científico como la observación, la comprobación de ideas, percibir y explotar propuestas y actuaciones (Marín, 2015); relacionar el contenido de ciencias con contextos como la producción de alimentos, hábitos saludables y de consumo responsable, mediante mercadillos en los centros o almuerzos escolares con productos obtenidos de los huertos (Ceballos et al., 2014; Marín, 2015, Egea et al., 2016; Jiménez, 2018).

Dentro de este contexto gana peso la perspectiva agroecológica, con la que se pretende educar en modelos de producción, distribución y consumo de alimentos enfocados a la educación para el desarrollo sostenible (Rodríguez et al., 2015, o Egea et al., 2016). Esta perspectiva permite trabajar problemas medioambientales como la pérdida de biodiversidad, la contaminación, el calentamiento global o la inestabilidad del sistema agroalimentario actual, de los que nos interesa conocer sus causas, consecuencias y la forma con la que se puede contribuir a su mitigación (Barrón y Muñoz, 2015). Desde otro planteamiento, el HED posibilita la utilización de una metodología basada en la indagación que puede poner en práctica procedimientos relacionados con el método científico en contextos de trabajo colaborativo (Ceballos et. al, 2014, entre otros). Situaciones en las que el alumnado puede establecer conexiones entre el conocimiento adquirido y la realidad, haciéndole formar parte de una sociedad responsable, crítica y respetuosa con el medio ambiente (Orenes, 2018). Finalmente otras contribuciones han destacado que el HED debe constituir un eje transversal para la formación del alumnado desarrollando las diversas áreas (Jiménez, 2018); así como, fomentar el trabajo de diferentes contenidos curriculares de asignaturas como Naturales, Geografía, Historia, Matemáticas, Tecnología o Lengua (Egea et al., 2016).

Otras investigaciones destacan el aumento de la motivación entre el alumnado al manifestar una disposición positiva hacia la actividad en el huerto y los aprendizajes que conlleva; así como otros aspectos emocionales como expresar diversión, satisfacción o bienestar por la realización de las actividades (Gozalbo et. al, 2019).

Finalmente, debemos considerar algunas dificultades en la utilización de los HED. En este aspecto, el trabajo de Egea et al. (2016) destaca que a menudo muestran una falta de coordinación entre docentes y departamentos para el desarrollo de actividades. El profesorado suele criticar la falta de tiempo para dedicarse a las tareas que requiere, de recursos para el cultivo y mantenimiento, de una formación específica, así como de materiales y experiencias curriculares para utilizarlos como recurso de enseñanza (Aragón, 2016).

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN, METODOLOGÍA Y FASES DEL TRABAJO

El objetivo principal es crear, implementar y evaluar un plan de formación inicial del futuro profesorado adecuado, equilibrado entre teoría, práctica y didáctica en el diseño, gestión, uso y mantenimiento del HED como recurso educativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Revisar el marco teórico y experiencias llevadas a cabo en formación sobre HED; formación en los planes de estudios de Grado en Primaria de la Universidad de Murcia y la impartida a docentes en activo de la Región de Murcia, a través de los cursos de formación permanente.

Analizar aprendizajes de los estudiantes de 4º del Grado de Primaria de la Universidad de Murcia durante un curso de formación sobre el HED como recurso educativo.

Diseñar para el alumnado del Grado de Primaria un marco metodológico fundamentado en actividades de indagación para el desarrollo de actividades en el HED.

Analizar actividades de enseñanza-aprendizaje, diseñadas e implementadas por los estudiantes universitarios en un colegio de alumnos de Primaria, usando el HED.

La investigación se ha desarrollado durante el primer cuatrimestre del curso escolar 2019/2020 en un grupo de 38 estudiantes de 4º del Grado de Ed. Primaria de la asignatura Talleres de la Naturaleza dentro de la mención de "Recursos educativos para la escuela y el tiempo libre" de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia.

Utilizamos diferentes instrumentos y técnicas:

Para el estudio del conocimiento práctico sobre los HED por parte de los estudiantes del Grado, diseñamos dos cuestionarios inicial-final con 67 ítems con cuestiones abiertas y cerradas y de escala Likert, además de utilizar los planes de actividades diseñados y observar su implementación.

Para los análisis cuantitativos de los cuestionarios anteriores utilizamos el programa SPSS versión 24.0.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis cualitativo descriptivo del contenido de las actividades diseñadas e implementadas en el colegio de Primaria. En la tabla 1 mostramos un esquema resumen de las fases de la investigación llevadas a cabo en nuestro trabajo.

Tabla 1. Fases de la investigación

FASE	DESARROLLO
Evaluación de los conocimientos e intereses sobre los HED.	Cuestionario inicial del alumnado del Grado sobre opiniones y necesidades formativas acerca de los HED.
Preparatoria del alumnado del Grado de Primaria (3 semanas).	Formación inicial específica a través de sesiones teórico-prácticas. Metodología participativa en pequeños grupos basada en actividades de indagación. Contenidos seleccionados; *teóricos y prácticos*: cultivos, riego, suelo, compost, semillas, plagas, biodiversidad, herramientas, planificación y gestión de las tareas, Agroecología y soberanía alimentaria; *didácticos*: ventajas e inconvenientes del HED como recurso, diseño e implementación de actividades en el HED, elementos transversales; entre otros.

Diseño e implementación de actividades para el HED en el colegio de Primaria (6 semanas)	Organización de los estudiantes del Grado en 9 grupos y diseño e implementación de una actividad de enseñanza-aprendizaje en un nivel de Primaria elegido por propia iniciativa utilizando procesos científicos en el HED del colegio.
Evaluación de las actividades implementadas.	Cuestionario final alumnos del Grado. Con estructura similar al cuestionario inicial para analizar la evolución de sus conocimientos.
	Evaluación cualitativa de las actividades diseñadas e implementadas por los estudiantes del Grado.

RESULTADOS

Conocimientos y opiniones sobre el recurso HED de los futuros maestros de Primaria

De los 38 alumnos, uno había utilizado previamente el HED y todos afirman que es un recurso útil en Primaria (Tabla2).

Los contenidos que consideran más necesarios en su formación son: teoría y práctica sobre tipos y diseño de HED, cultivos, semillas control de plantas no deseadas y plagas; tras la formación refuerzan sus opiniones aumentando el porcentaje en su relevancia. El 44% considera muy necesario la formación didáctica. Respecto a la formación recibida, el 26,5% considera que todavía es insuficiente.

Tabla 2. Datos más relevantes del cuestionario inicial y final sobre contenidos teóricos, prácticos y didácticos del HED

CUESTIONES	INICIAL (%)	FINAL (%)
Ha utilizado alguna vez el HED	2,7	100
El HED es útil en Primaria	100	100
Conoce ventajas educativas del HED	78,4	100
Conoce inconvenientes del HED	35,1	44,1
Ha recibido formación sobre el HED	8,1	100
Conocimiento práctico sobre (cultivos, riego, compost, plagas, herramientas…)	40,5	52,9
Conocimiento de la biodiversidad habitual en el HED	64,9	70,6

Por otra parte, en cuanto a la opinión de los alumnos en formación sobre sus necesidades formativas, vemos que aumenta su demanda tras la intervención realizada. (Tabla 3)

Tabla 3. Datos más relevantes del cuestionario inicial y final sobre sus opiniones en contenidos formativos sobre HED

NECESIDADES FORMATIVAS SOBRE…	INICIAL (%)	FINAL (%)
…prácticas sobre HED (tipos, diseño, cultivos, riego, limpieza, compost, semillas, plagas…)	81	94,2
…biodiversidad en el HED	94,6	97,1
…memoria biocultural vinculada al HED	91,9	100
…uso del HED (áreas transversales, valores, contenidos, ventajas e inconvenientes)	91,8	91,2

Análisis de las actividades de enseñanza sobre el HED diseñadas por los futuros maestros

Los estudiantes en 9 subgrupos diseñaron una actividad didáctica (en la Tabla 4 resumimos las actividades trabajadas). Como evidencian otras investigaciones (Gozalbo et. al, 2019, por ejemplo), el alumnado de Primaria, así como los estudiantes del Grado han mostrado interés y satisfacción en la realización de las actividades. La evaluación de los aprendizajes alcanzados por los escolares fue muy positiva. Las actividades diseñadas en el aula, aplicadas en el huerto del centro, mediante el trabajo colaborativo y utilizando una metodología basada en actividades de indagación, permitieron poner en práctica procedimientos relacionados con el método científico (observar, medir, clasificar, predecir, identificar variables, emitir hipótesis, experimentar, analizar datos, establecer conclusiones y comunicar resultados) de forma similar a otros trabajos como el de Ceballos et. al, 2014. La frecuencia con la que parecen estos procesos científicos se detalla a continuación tras el análisis descriptivo del diseño de las mismas.

Tabla 4. Resumen de las actividades diseñadas

ACTIVIDAD-CURSO-ÁREAS	CONCEPTOS / PROCESOS / ACTITUDES
Aprendemos con los sentidos 2º Primaria Naturales	Verduras, semillas, flores, herramientas. Los órganos de los sentidos
	Desarrollar la vista, olfato, oído, tacto, atención y memoria. Observar y clasificar elementos del huerto ayudado por las sensaciones que percibe el alumno: tamaños, colores, olores, texturas, sonidos.
	Hábitos de trabajo en equipo, respeto y cuidado del entorno.
Casitas para insectos 3º Primaria Naturales	Seres vivos, características. Biodiversidad del HED. Polinización
	Observar y Clasificar seres vivos que habitan en el HED. Construir casitas para insectos utilizando material reutilizado.
	Importancia de la biodiversidad en el HED, cuidado y respeto de los seres vivos. Importancia de la polinización.

Cultivamos nuestra planta 2º Primaria Naturales	Las plantas, estructura y fisiología
	Identificar características. Plantar semillas de lentejas en el huerto vertical del aula y observar su crecimiento. Observar plantas y frutos del HED y clasificar según sean frutas o verduras.
	Hábitos de trabajo, responsabilidad y respeto hacia los seres vivos.
Nuestras amigas las plantas 5º Primaria Naturales y Lengua	Las plantas. Angiospermas y Gimnospermas. Partes
	Describir, clasificar y dibujar plantas. Inventar una noticia. Observar y Clasificar las plantas y sus frutos en el HED, posteriormente y a través de una noticia comunicar las características y cualidades de estos.
	Respeto y cuidado de las plantas y la Naturaleza.
Plantación aromáticas 2º Primaria Naturales	Germinación. Aromáticas. Herramientas utilizadas en el HED
	Plantar semillas. Observar, Clasificar semillas de aromáticas, plantear un Diseño Experimental sobre la germinación de las semillas plantadas.
	Importancia de las aromáticas en el HED.
Autocontrol. Plantación rábanos 3º Primaria Naturales Valores	Plantación de rábanos.
	Estudiar hechos o fenómenos. Observar, medir el crecimiento y tomar datos sobre el número de riegos de la plantación de rábanos, predecir cómo crecerán, identificar variables que influyen en su crecimiento, emitir hipótesis sobre cómo se desarrollará la plantación en función del número de riegos, diseño experimental, análisis de datos, obtener conclusiones y comunicar los resultados.
	Herramientas y su uso adecuado. Autocontrol en la realización de las tareas propias del HED.
Espantapájaros temático 3º Primaria Naturales, Plástica y Lengua	Reciclaje. Aves del HED. El cuento.
	Realizar manualidades con material reciclado. Crear un cuento relacionado con la Navidad. Observar los daños de las aves en los cultivos del HED (principalmente en las lechugas).
	Importancia y beneficios del reciclaje, reducción y reutilización.
Juego ¿Quién soy? 3º Primaria Naturales	Seres vivos del HED. Funciones vitales.
	Observar y clasificar plantas y animales del HED.
	Importancia de la biodiversidad en el HED y su cuidado.
Un mini invernadero de verduras 4º Primaria Naturales	Seres vivos, diversidad y funciones vitales. Semillas.
	Identificar cambios durante la germinación de rábanos, judías y guisantes. Investigación: observar su crecimiento en condiciones diferentes (aula, HED, con y sin efecto invernadero), medir temperatura, clasificar semillas, predecir su crecimiento, identificar las variables que influyen (riegos, temperatura), emitir hipótesis, diseño experimental, analizar datos, obtener conclusiones y comunicar resultados.
	Esfuerzo, responsabilidad, trabajo en equipo, cuidado de los seres vivos

Nota: En la primera columna se detalla el título de la actividad, nivel y áreas de Primaria; en la que se desarrolló, segunda columna se detallan los contenidos relacionados con conceptos, procedimientos y actitudes trabajados.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Los futuros docentes manifiestan la necesidad de formación en HED. De este modo, se necesita formar en conocimientos técnicos (técnicas agrícolas, cultivos, semillas, suelos, etc.), y didácticos (planificación de actividades y su implementación) para capacitar al profesorado en el diseño, gestión, uso y mantenimiento del HED. Es conveniente no solo apostar por la existencia de HED, sino además, por la figura formada, con disponibilidad temporal y recursos del coordinador del HED.

A partir de los resultados de nuestro trabajo, consideramos que el plan de formación seguido con los estudiantes del Grado de Primaria y su implementación en las aulas escolares de Primaria ha sido de utilidad para la mejora de su necesidad formativa sobre el HED. No obstante, es necesario seguir profundizando en la formación del profesorado en HED y poner en práctica más ejemplos de actividades que desarrollen el currículo de las áreas de Primaria, de forma interdisciplinar y transversal, sirviendo de modelo a los docentes facilitando el diseño de otras propias, adaptadas al contexto educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, L. (2016). El huerto ecológico como elemento innovador en educación Ambiental para la formación inicial de maestros/as. In EDUNOVATIC 2016-I Congreso Virtual internacional de Educación, Innovación y TIC.: Del 14 al 16 de diciembre de 2016. Libro de actas (pp. 276-278). *REDINE. Red de Investigación e Innovación Educativa.*

Barrón Ruiz, Á., y Muñoz Rodríguez, J. M. (2015). Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. *Foro de Educación, 13(19)*, 213-239. http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.010

Ceballos, M., Escobar, T. y Vílchez, J. E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica (pp. 285-292). En Actas XXVI *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Huelva.

Conde, M.C., Mariscal, C. y Cepeda, J. (2018). La metodología en el trabajo de huerto escolar y coherencia con la ambientalización curricular. Análisis de una práctica docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, (35)*, 113-126.

Egea Fernández J.M. (2018). Curso Diseño y manejo de huertos escolares ecológicos: teoría y práctica CARM.

Egea Fernández, J. M., Egea Sánchez, J. M., y Guerrero, M. (2016). Huertos Escolares Como Recurso Para La Educación Agroecológica. El Caso De La Región De Murcia. *Agroecología, 11(1)*, 19–29. http://www.ibai-lakua.eu/documentos/huerto

Eugenio Gozalbo, M., Ramos Truchero, G. y Vallés Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros,

Enseñanza de las ciencias, 37(3), 111-127. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias. 2657

Jiménez Jiménez, D. (2018). Todo empieza con una semilla. *Aula de Secundaria, 15*, 34–39.

Llerena, G. (2017). Estudio de caso sobre la colaboración entre la escuela y la comunidad para el desarrollo de la Agroecología Escolar. *Enseñanza de las ciencias, (Extra)*, 3099-3104.

Marín Gil, J. (2015). El huerto escolar: mágica fuente de conocimiento y sabiduría. *Aula, 239*, 44–47.

Orenes Cárceles, J. (2018). Proyecto Huerto Escolar Ecológico CEIP Puente de Doñana (no publicado).

Reina, M., Vílchez, J.E., Ceballos, M. y López, J.M. (2017). Análisis de un proyecto de huerto escolar en secundaria a partir de las percepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. Extra*, pp. 1491-6. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335304

Rodríguez Marín, F., Fernández Arroyo, J. y García Díaz, J.E. (2015). El huerto escolar ecológico como herramienta para la educación en y para el decrecimiento. *Investigación en la escuela*, *86*, 35-48, doi: https://doi.org/10.12795/IE.2015.i86.

P.09 La charca: una aventura en miniatura

Isabel Blázquez de Paz[a], Víctor Blázquez Vela[b], Marcos Gutiérrez Castaño[c], Niño Gallardo Román Niño Gallardo[d], Álvaro Pérez Collar[e]

[a]Profesora de Biología y Geología, IES Gómez-Moreno en Madrid (e-mail: iblazquezdepaz@gmail.com); [b]Estudiante del ciclo formativo de Técnico Superior en Enseñanzas y Animación Socio Deportiva, IES López Vicuña en Madrid; [c]Estudiante de Ciencias Medioambientales, Universidad Autónoma de Madrid; [d]Estudiante de Biotecnología, Universidad CEU San Pablo en Madrid); [e]Estudiante de Biotecnología, ETSIAAB de la Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN

Los anfibios son uno de los grupos de animales con mayores amenazas, por lo que una red de refugios de herpetofauna se hace cada vez más necesaria. Siguiendo esta idea, construimos una charca en el patio del IES Gómez-Moreno (Madrid), y aprovechamos este nuevo nicho para estudiar la sucesión primaria en un ambiente acuático. Para ello, tomamos muestras periódicas y analizamos cómo iba variando la microfauna, midiendo paralelamente parámetros físico-químicos del agua que pudiesen influir en esta sucesión, tales como la temperatura o el pH. Lo que se ha comprobado es que la calidad del agua parece ser apta para la colonización de la charca, y se ha visto una sucesión primaria incipiente, con un aumento del número de especies a lo largo del tiempo. Por consiguiente, la charca parece ser un lugar propicio para los anfibios, un pequeño oasis dentro de un mar de asfalto en el que poder refugiarse y protegerse.

Palabras clave: anfibios, sucesión primaria, conservación.

INTRODUCCIÓN

Los anfibios son el grupo de vertebrados que incluye a las ranas, sapos, salamandras y tritones (González Esteban, 2009). A pesar de que fueron los primeros vertebrados en colonizar la tierra, la inmensa mayoría viven

ligados al agua y son muy dependientes de ella (Temple y Cox, 2009). Hay que tener en cuenta que su piel está desnuda y debe mantenerse húmeda para facilitar la respiración cutánea, por lo que son especialmente sensibles a la contaminación de su entorno (Siavichay Pesántez y col., 2016). En cuanto a la reproducción, la mayor parte de las especies son ovíparas y realizan metamorfosis completa, presentando un renacuajo acuático, sin patas y con respiración branquial (Temple y Cox, 2009). Finalmente, destacar que son poiquilotermos y que bruman, es decir, se quedan en un estado de letargo similar a la hibernación, durante el invierno en nuestras latitudes (González, 2018).

En cuanto a los lugares en los que habitan los anfibios, destacan los bosques tropicales por su mayor biodiversidad en herpetofauna, disminuyendo considerablemente su riqueza en regiones templadas o áridas. Asimismo, estos animales están ausentes en ecosistemas marinos (Temple y Cox, 2009).

Entre los anfibios europeos, hay dos órdenes bien diferenciados, los anuros (ranas y sapos), con un total de 50 especies, y los urodelos (tritones y salamandras), con 35 especies. Dos tercios de las 85 especies europeas son endemismos de este continente (Temple y Cox, 2009). En la Península Ibérica y Baleares contamos con 21 especies de anuros y 10 especies de urodelos (Martínez-Solano, 2018). Si nos centramos en la Comunidad de Madrid podemos encontrar 18 especies de anfibios, 17 autóctonos y una especie introducida del norte peninsular. Eso supone que en el 1,6% del territorio nacional tenemos el 64% de las especies peninsulares, lo que nos convierte en una zona especialmente rica (Ayllón López y Barbera Luna, 2011).

Finalmente, dentro de la urbe de Madrid, cabría encontrar especies de distribución cosmopolita, destacando el sapo corredor (*Bufo calamita*), una especie eurioica y abundante principalmente por su nicho reproductivo, ya que puede criar en charcas efímeras y temporales, lo que le permite colonizar hábitats áridos donde no puede vivir ningún otro anfibio. Otra especie de amplia distribución es el sapo común (Bufo bufo), aunque para reproducirse necesita masas de agua profundas permanentes o semipermanentes, como embalses, lagunas o canteras abandonadas. El último anuro, y quizás el más conocido, sea la rana verde (*Pelophylax perezi*), ligada a masas de agua perdurables como ríos, lagunas y embalses, aunque también coloniza con facilidad cualquier punto de agua en épocas de abundancia de lluvias (García-Paris, 1989; Ayllón López y Barbera Luna, 2011). Además, en el IES Miguel Delibes, junto al Depósito de San Blas del Canal de Isabel II y el cementerio de la Almudena, encontraron renacuajos de sapo corredor en una charca que construyeron en el recinto escolar el curso anterior a nuestro estudio (José Clement - profesor del centro y responsable del proyecto - comunicación personal).

Pese a estas cifras, el futuro de los anfibios está en riesgo. Su declive global afecta a especies y poblaciones en todos los lugares del planeta. La IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) recogió en su informe sobre la evaluación global de los anfibios, publicado en 2004, que un tercio de las especies conocidas de anfibios estaban amenazadas (Baillie, Hilton-Taylor y Stuart, 2004), cifra que aumenta hasta el 41% según los datos facilitados por esta misma organización para el año pasado (IUCN, 2019). En los últimos años se han extinguido más de 165 especies y solo un 1% de las especies sufre incremento, mientras que el 43% de las mismas están sufriendo declive poblacional (Ayllón López y Barbera Luna, 2011). Las causas principales de estos descensos poblacionales son la pérdida del hábitat, la contaminación, los incendios, el cambio climático, las enfermedades a las que se enfrentan y la sobreexplotación de los recursos (IUCN, 2019).

En Europa, la nueva Lista Roja de anfibios muestra que casi un cuarto de las especies está amenazado. Si lo comparamos con el 13% de aves, el 15% de mamíferos y el 19% de reptiles, comprobamos que los anfibios son el grupo de vertebrados terrestres con mayor declive, a lo que hay que sumar que la mayoría de sus especies (59%) muestran descensos poblacionales (Temple y Cox, 2009). No hay que olvidar que los anfibios tienen una fuerte dependencia del agua, por lo que el empeoramiento de la calidad de los humedales, que son uno de los hábitats más amenazados de Europa, les perjudica especialmente De hecho, Araújo y col. (2006) modelizaron patrones de distribución de anfibios en Europa en función del cambio climático pronosticado para 2050 y llegaron a la conclusión de que habrá una pérdida significativa de entornos apropiados para estos vertebrados

en la zona sur-oeste de Europa, incluida la Península Ibérica. La razón principal está ligada a la desertización que avanza en esta área, un entorno cada vez más similar al norte de África, donde los anfibios apenas pueden sobrevivir, registrándose índices de biodiversidad muy bajos.

En la Comunidad de Madrid, a pesar de la amplia y variada fauna de anfibios y reptiles de nuestra región, se ha observado, por revisiones recientes de los trabajos realizados en los años 80, que en las últimas décadas ha habido una manifiesta regresión general en algunas especies de anfibios. La gran densidad poblacional de nuestra comunidad y el desarrollo urbanístico que se viene produciendo desde los años 70 han sido las causas principales de la destrucción y pérdida directa de hábitats. Otro de los grandes problemas es la calidad del agua, con una gran cantidad de compuestos químicos tóxicos y bioacumulables (Ayllón López y Barbera Luna, 2011)

Cabe destacar que los anfibios son elementos esenciales en los ecosistemas y las cadenas tróficas, siendo depredadores de muchos invertebrados y presas para muchas otras especies (IUCN, 2019). Además, los anfibios son excelentes indicadores de la calidad general del

medioambiente, ya que son muy sensibles ante las perturbaciones de los ecosistemas (Temple y Cox, 2009), por lo que resultan calve para determinar la salud del entorno (IUCN, 2019). Finalmente, nombrar las posibilidades farmacológicas que encierra su piel, ligadas a la cantidad de compuestos químicos que contiene (IUCN, 2019).

Objetivo

Lo que perseguimos con este proyecto es construir una charca refugio de anfibios, analizando la evolución de la calidad del agua y del ecosistema que se va desarrollando en este nuevo entorno, a fin de determinar si las condiciones son propicias para el asentamiento de poblaciones de anfibios en el lugar.

Hipótesis

Si la calidad del agua en nuestro estanque es aceptable, deberíamos encontrar al menos renacuajos de especies eurioicas, como el sapo corredor, ya que las fases larvarias precisan ecosistemas pocos maduros para su supervivencia.

Estamos asumiendo, por supuesto, que en las zonas verdes colindantes al centro escolar hay adultos que pueden llegar hasta la charca para realizar la puesta.

METODOLOGÍA

Construcción de la charca

En junio del 2018 nos pusimos manos a la obra para construir nuestra charca:

1. Elección del lugar: zona llana o inundable que reciba sol y sombra, y con suministro de agua constante. En esta tarea nos ayudó José Antonio, un experto herpetólogo.

2. Diseño de la charca: sabiendo que las charcas de anfibios precisan un contorno irregular con entradas y salidas fáciles y variaciones de profundidad, nos decantamos por una cubeta de 135 x 90, con profundidad máxima de medio metro, que nos cedió José Antonio.

3. Construcción de la propia charca: con palas y azadas, cavamos el agujero donde iría la cubeta, la colo-

camos con una capa de sedimentos y acondicionamos el terreno.

De ser necesario rellenarla, empleamos agua que se ha dejado abierta varios días para que se evapore el cloro.

Análisis de la calidad del agua

Test convencional de calidad de agua en acuarios

Empleamos el test Easyjet JBL, un test con un precio muy razonable y muchas variables medidas. En concreto medimos nitratos y nitritos (que dan una idea de eutrofización), dureza del agua, pH y cloro. Esta medición se ha ido repitiendo todos los lunes desde el mes de julio de 2018 hasta principios de abril de 2019.

Test de fotometría y virajes de color

Se ha empleado el fotómetro Hanna para cuantificar nitratos y nitritos, fosfato y fósforo. Adicionalmente se han realizado test de viraje de color para comprobar alcalinidad, acidez, oxígeno disuelto y dióxido de carbono. Estos test se han realizado una única vez antes de Navidad del 2018.

Estudio de la sucesión primaria

Toma de muestras

Para tomar muestras de superficie, empleamos una red, liberando el contenido en un tarro que habíamos llenado previamente de agua de la charca. Para las muestras de fondo empleamos una jeringuilla de alimento, con la que succionamos sustrato. Y para las muestras de los organismos adheridos a rocas y paredes de la charca, empleamos un cepillo de dientes. Una vez más, los muestreos se han realizado todos los lunes desde el mes de julio del 2018 hasta principios de abril del 2019

Análisis de las muestras en laboratorio

Una vez tomadas las muestras, se llevaron al laboratorio y se analizaron con lupas binoculares y microscopios. Se tomaron fotos y vídeos, y se emplearon guías y la ayuda de Antonio Guillén para la identificación de la microfauna y microflora que íbamos encontrando.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIDAD DEL AGUA

Test convencional de calidad de agua en acuarios

4. 1. Nitratos y nitritos: los niveles de nitratos caen notablemente, desde su valor máximo de 25 mg/l al comienzo del estudio, a valores que oscilaron entre 10 y 0 mg/l al final, mientras que los nitritos se mantienen en niveles muy bajos. Esto nos hace pensar que es agua poco eutrofizada.

5. 2. pH y dureza del agua: el pH se mantiene neutro (en torno a 7), mientras que la dureza aumenta paulatinamente, desde 3 mg/l hasta 14 mg/l, por lo que el agua se va enriqueciendo en minerales.

6. 3. Cloro: se mantiene en niveles despreciables, lo que indica que es agua apta para la vida, ya que el cloro mata a los organismos.

7. 4. Temperatura: ha ido descendiendo paulatinamente según avanza el año, desde los 25□C hasta los 10□C, lo cual puede afectar a la sucesión de especies.

Test de fotometría y virajes de color

En cuanto al test fotométrico y de viraje de color, hemos elegido algunos valores y los hemos comparado con los aportados por la compañía iAgua para el agua de riego, que debe tener cierta calidad (Monge Redondo, 2019). En concreto, hemos analizado el pH, los nitratos, los fosfatos, el boro, el cloro y la dureza. En ambos casos los valores son muy similares, salvo el caso del cloro, ausente en nuestra charca, lo que indica agua de buena calidad y más apta para la vida acuática.

Habitantes de la charca

Macroorganismos (visibles a simple vista o con la lupa) y microorganismos (visibles con ayuda del microscopio)

Hemos encontrado un total de seis especies de macroorganismos, entre las que destacan las larvas de dípteros, mosquitos y efímeras (Tabla 1). En cuanto a los microorganismos, hemos encontrado diecisiete especies, destacando los ciliados y euglenoides por su diversidad (Tabla 2).

Tabla 1. Biodiversidad de macroorganismos encontrados en nuestra charca.

LARVAS DE DÍPTEROS	COLÉMBOLOS	OLIGOQUETOS
Culicidae (larva y pupa), *Chironomidae*, *Batidae*, *Ceratogonidae*	Collembola ceratophysella	Tubifex tubifex

Tabla 2. Biodiversidad de microorganismos encontrados en nuestra charca.

CILIADOS	EUGLENOIDES	ALGAS
Metopus, Halteria, Oxytrichia, Hypotrichia, Stylomychia, Tetrahymena	Euglena viridis, Euglena deses, Petalomonas, Lepocinclis, Astasia	*Navicula* (diatomea),*Chorella* y *Oocytis* (clorofíceas)

ROTÍFEROS	NEMATODOS	BACTERIAS
Philodonia	Sin identificar	Sin identificar

Evolución del número de especie con el tiempo

El número de especies encontradas ha ido aumentando con el tiempo, lo que muestra una mayor biodiversidad en nuestra charca (figura 1). No obstante, la mayoría de ellas siguen siendo raras, ya que aparecen menos de un tercio de los días.

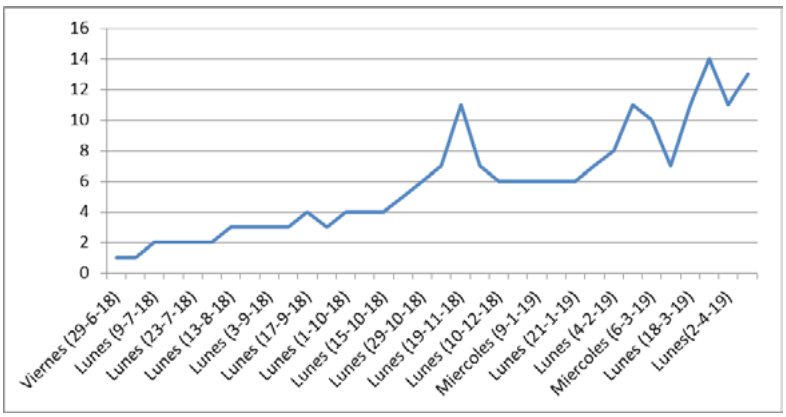


Figura 1. Evolución del número de especies con el tiempo

CONCLUSIONES

Como conclusiones, remarcaremos:

- Los análisis de agua parecen indicar que la calidad del aguade nuestra charca es buena.
- La biodiversidad va aumentando paulatinamente, dando lugar a un ecosistema más diverso y maduro.
- Por lo tanto, parece que tenemos las condiciones en principio favorables para que vengan a visitarnos renacuajos de especies eurioicas, como el sapo corredor, siempre y cuando se encuentren en las inmediaciones del centro, tal como se ha visto en el IES Miguel Delibes (La Almudena).

A pesar de la situación en principio favorable de nuestra charca, no recibimos la visita de nuestros anfibios en primavera, lo cual puede deberse a varios factores:

- Las dimensiones de la charca no son apropiadas para el asentamiento de una población. Por esta razón, estamos construyendo una charca mucho más grande junto a la original, que pueda albergar un ecosistema más complejo.
- Las zonas verdes cercanas no presentan potenciales progenitores o están demasiado alejadas del instituto.
- La colonia de gatos de nuestro patio puede interferir en la llegada o permanencia de anfibios.

Este resultado negativo no resta relevancia al estudio, y nuestra pequeña aventura constituye una experiencia innovadora y enriquecedora, siendo perfectamente replicable en otros centros escolares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, M. B., Thuiller, W. y Pearson, R. G. (2006). Climate Warming and the Decline of Amphibians and Reptiles in Europe. Journal of Biogeography, 33: 1712-1728.

Ayllón López, E. y Barbera Luna, J. C. (2011). Medio Natural: La Herpetofauna de la Comunidad de Madrid. Foresta, 52 (Especial Comunidad de Madrid): 58-67

Baillie, J. E. M., Hilton-Taylor C. y Stuart S. N. (2004) 2004 IUCN Red List of Threatened Species™: A Global Species Assessment. Cambridge: IUCN Publications Services Unit

García-París, M., Martín, C., Dorda, J., Esteban, M. (1989) Atlas provisional de la distribución de anfibios y reptiles de Madrid. Revista Española de Herpetología, 3: 237-257.

González, A. (2018) Introducción a la Hibernación y Brumación en Anfibios y Reptiles. DOI: https://bicheando.net/2018/12/introduccion-a-la-hibernacion-y-brumacion-en-anfibios-y-reptiles/

González Esteban, J. (2009). La Biota de los Ríos: otros Vertebrados. En Elosegi, A. y Sabater, S. (Ed.). Conceptos y Técnicas en Ecología Fluvial. Bilbao: Fundación BBVA.

IUCN - International Union for Conservation of Nature (2019). Amphibians. DOI: https://www.iucn.org/es/node/19127.

Martínez-Solano, I. (2018). Lista de Anfibios de la Península Ibérica y Baleares. Enciclopedia virtual de los Vertebrados Españoles, Museo Nacional de Ciencias Naturales. DOI: http://www.vertebradosibericos.org/anfibios/listaanfibios.html.

Monge Redondo, Miguel Ángel (2019). Interpretación de un análisis de agua para riego. DOI: https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego.

Siavichay Pesántez, F., Gabriela Maldonado Cedeño, G. y Danilo Mejía Coronel, D. (2016). Anfibios Urbanos de Cuenca – Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca Comisión de Gestión Ambiental. Editorial Don Bosco

Temple, H. J. y Cox, N. A. (2009). European Red List of Amphibians. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J. M. (2016). Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas. Revista EUREKA de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13(2), 423-439. DOI: http://hdl.handle.net/10498/18298

P.10 Investigación basada en diseño. Incorporación de una asignatura de investigación experimental en educación secundaria.

Claudia Soto[1], Valentina Valdivia[2], Carla Ferrada[2] y Cynthia Riquelme[2]

[1]Doctoranda Programa Educación y sociedad, Facultad de Educación, Universidad de Barcelona [2] Maestras Departamento de Ciencias. Colegio San Leonardo, Santiago de Chile. claudiasotogarcia@gmail.com

RESUMEN

Este comunicado expone la evolución a lo largo de 3 años de una asignatura-taller de investigación científica experimental en una escuela de Santiago de Chile, que forma parte de una tesis doctoral en curso donde se acompaña y narra el proceso. El objetivo del proyecto es promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (HPC) en estudiantes de educación secundaria de I y II año de enseñanza media. Es una investigación basada en diseño. El proyecto se evaluó cada año por medio de test de HPC y reflexiones de los estudiantes. La asignatura se incorporó el año 2017 en la malla obligatoria. Considerando los resultados de las evaluaciones se han ido incorporando mejoras en la propuesta y se avanzó en el desarrollo de las HPC de los estudiantes como también en el interés, motivación y autonomía en el deseo por el aprendizaje y la generación de conocimiento científico.

Palabras clave: Educación científica; educación secundaria; investigación escolar; didácticas de las ciencias; investigación basada en diseño

INTRODUCCIÓN

Hoy existe una preocupación por superar la enseñanza de las ciencias como una forma de transmitir conocimientos conceptuales y dar paso a una enseñanza con un carácter más crítico y reflexivo, sin embargo, llevarlo al aula pareciera que no es un proceso fácil (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001; Ravanal 2012). La enseñanza-aprendizaje de las ciencias debería considerar la exploración y los intereses del estudiantado, debido a que, de esta forma, además de lograr conocimientos científicos, se puede generar mayor motivación en ellos y forjar saberes para enfrentar las incertidumbres promoviendo la reflexión, la comprensión y la resolución de problemas reales (Morín, Ciurana & Motta, 2002).

Para incorporar una enseñanza de las ciencias bajo esta mirada, se ha realizado una investigación basada en diseño, donde se incorpora una asignatura que tiene como objetivo el desarrollo de habilidades científicas.

En este comunicado se presenta la evolución del proyecto desde el año 2017 al 2019 y las proyecciones para el año 2020. Se incluyen, a modo general, los resultados de las evaluaciones del proceso que se vinculan con los cambios introducidos.

OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (HPC) en estudiantes de I y II año de enseñanza media. Este comunicado tiene la finalidad de exponer la experiencia puesta en marcha y los cambios introducidos a partir de las evaluaciones.

MARCO TEÓRICO

Investigación científica experimental escolar

Existen variadas definiciones para comprender la "indagación científica", según la National Research Council (1996), la indagación implica, entre otras cosas, observar, plantear preguntas, analizar fuentes de información, recopilar e interpretar datos experimentales, proponer respuestas y comunicar los resultados. Esta definición está en sintonía con lo propuesto por Windschitl (2003) y Veglia (2012) quienes ponen a la pregunta y la búsqueda de respuestas como aspectos centrales de la indagación. Devés y Reyes (2007) complementan señalando que durante la indagación en todo momento se debe estimular en los estudiantes la curiosidad y la capacidad de comunicar sus ideas y experiencias, así como a aprender de otros, y Romero-Ariza (2017) sitúa a la discusión, la comunicación y la reflexión como elementos transversales al modelo indagatorio. En todos ellos se establece que la ciencia escolar no es igual a la ciencia propiamente tal, quedando al criterio del docente cómo se aplicará la indagación, estableciendo las temáticas, los objetivos y las formas en que se llegará a los resultados.

Debido a las variadas comprensiones de indagación científica, es que se han realizado estudios que buscan identificar los beneficios de esta metodología de enseñanza (Chernicoff & Echeverría, 2012; Ariza et al., 2016; Lazonder & Harmsen, 2016). En uno de ellos, Lazonder y Harmsen (2016), analizaron 72 artículos publicados entre los años 1993 y 2013, identificando un efecto positivo de la indagación guiada para cualquiera de los aprendizajes medidos: destrezas de investigación, calidad de los productos generados por el estudiantado y aprendizaje adquirido, resaltando el rol preponderante del trabajo docente.

En Chile, el modelo indagatorio se incorporó través del Programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) en el año 2003, cuyo foco consistía en aproximar a los estudiantes a las actividades propias del quehacer científico. Esta propuesta se transformó al Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC), que otorga mayor autonomía en la gestión de Currículum de ciencias, y que además, contem-

pla el perfeccionamiento docente y el trabajo en comunidades de aprendizaje (López, Larraín, Isla & Álvarez, 2017).

A la luz de la evidencia señalada en los párrafos anteriores, se ha considerado que la investigación científica experimental escolar (ICEE) debe ser entendida como una metodología de enseñanza mediante la que los estudiantes plantean problemas científicos, que los conducen a formular preguntas investigables e hipótesis, con una clara vinculación entre variables, que los lleven a buscar, modificar e incluso plantear nuevos métodos para poder investigar dichas relaciones y llegar a conclusiones.

A diferencia de los marcos teóricos revisados, en este trabajo exploratorio se ha querido llevar la investigación científica con los estudiantes lo más cercano posible a una investigación real. De esta forma el rol docente se ha centrado en motivar la curiosidad, la búsqueda de soluciones a nuevas problemáticas que surjan y la reflexión durante todas las etapas del proceso, por medio de preguntas efectivas y retroalimentación constante del docente a modo de asesor del proceso.

En consecuencia, los ejes principales que delinean la metodología son: fomentar el desarrollo de las HPC y dar espacio al desarrollo de las actitudes científicas como una forma de pensar. De esta manera, docentes y estudiantes desarrollan el ciclo de la evaluación para el aprendizaje (EpA), proporcionando información que el alumnado puede usar como retroalimentación durante la autoevaluación y la coevaluación de las actividades de enseñanza y aprendizaje en las que están implicados (William, 2009).

METODOLOGÍA

Este comunicado es parte de un proyecto mayor enmarcado en una investigación basada en el diseño que permite poner a prueba la teoría y disminuir la brecha entre la generación de conocimiento y la práctica en las escuelas. El objetivo es movilizar una estrategia que no está previamente delimitada por el docente donde no hay control de los resultados ni del proceso en cada etapa, como está concebida la indagación y la ciencia escolar según los autores consultados, aunque se considera esta modalidad en algunas etapas previas a modo de introducción a la investigación científica. En este trabajo la experiencia docente es la principal fuente para el diseño de la innovación, donde la búsqueda de soluciones surge desde la comunidad educativa y no se limita a la aplicación de estrategias indagatorias externas. Los docentes de esta forma son investigadores de su propia práctica, innovadores y actores activos en la búsqueda de mejoras educativas.

La investigación basada en diseño se realiza en contextos reales, los participantes en este caso son a la vez los investigadores, por lo tanto, están implicados directamente en el proyecto de innovación que requiere una presencia a largo plazo, donde se circule entre la teoría, el diseño, la implementación y la evaluación de manera recursiva (Brown, 1992; Rinaudo y Donolo, 2017).

En este proyecto se incorporó una asignatura de investigación científica experimental desde el año 2017 en un establecimiento de Santiago de Chile. El primer año participaron 32 estudiantes, el año 2018 fueron 36 y el año 2019 participaron 57 estudiantes. En el siguiente esquema se explica el proceso general (figura 1).

figura 1. Esquema del proceso

EVOLUCIÓN ASIGNATURA-TALLER

La incorporación de la ICEE se había realizado en el establecimiento, como parte de las clases de química y biología, donde se utilizaba una hora pedagógica en cada asignatura durante los años 2015 y 2016, al estar fraccionado no se lograba una continuidad en el proceso. Por ello, se plantea la incorporación de una asignatura. A continuación, se detallan las estrategias puestas en marcha y los principales cambios que se generaron en los últimos años.

Inicio del recorrido (2017)

Este año se implementó esta asignatura-taller de carácter obligatoria para estudiantes de 1 y 2 año de enseñanza media (14-15 años). El trabajo consistía en una investigación experimental anual con la siguiente ruta:

- Búsqueda de tema y preguntas de investigación. Exploración en primera persona en los deseos e intereses de los estudiantes.
- Desarrollo de un marco teórico.
- Diseño experimental y redacción de informe de proyecto.
- Ejecución del proyecto.
- Nueva revisión teórica y elaboración de conclusiones. Redacción de informe con los resultados. Exposición en revista científica y participación en feria externa (Universidad de Santiago de Chile).

Evaluación del proceso

EpA y calificación semestral; Test de HPC al final del proceso.

Segundo año del recorrido (2018): Eliminación de las calificaciones

Como una manera de poner a prueba la relación con el saber, se eliminó la calificación de la asignatura, de esta forma la motivación debería ser movilizada por los intereses y deseos de los estudiantes, lo que permitió abrir la experiencia a una relación educativa distinta.

Considerando las evaluaciones del año anterior, se agrega una etapa previa para fortalecer la identificación de variables experimentales y mejorar la argumentación en la evaluación crítica de los temas. En esta actividad los estudiantes analizaron posibles temas de investigación presentados a través de una lectura científica con una pregunta de investigación. El análisis fue realizado desde la construcción de un diseño experimental, donde debían identificar variables, explicar los pasos a seguir en la experimentación y argumentar la relevancia del estudio, usando parámetros previamente establecidos como: la factibilidad, el aporte al conocimiento y el impacto al medio ambiente. Luego se realizó un modelamiento para explicar la relación entre las habilidades trabajadas.

Evaluación del proceso

EpA y sin calificación; Evaluación del nivel de compresión antes y después de la intervención agregada al inicio del proceso, con relación a las variables y la argumentación; Reflexión de los estudiantes sobre la experiencia vivida; Aplicación de test de HPC al final del proceso.

Tercer año del recorrido (2019): Escuchando a los estudiantes

Los resultados del test de HPC de los estudiantes del año anterior mostraron una mejora en los logros de las HPC con respecto al 2017, aunque no superó el porcentaje deseado (más del 60% de los estudiantes con nivel medio o superior). Por otro lado, las reflexiones finales de los estudiantes plasman su deseo de tener más tiempo para las experimentaciones y menos para los aspectos teóricos o de escritura previa a la experimentación.

Considerando ambas observaciones la asignatura se reestructuró, realizando 3 actividades experimentales con las siguientes características.

- Actividad de indagación introductoria: "¿cuál es la mejor mayonesa?". Se otorgan protocolos de análisis y tres muestras sin identificar, se plantea solo una pregunta general sin indicar qué parámetros usar para determinar su calidad. Los estudiantes deben escoger qué análisis hacer y explicar su selección. Se debate sobre cuáles podrían ser buenas preguntas de investigación experimental y, dependiendo de ello, qué análisis hacer y qué información previa se requiere para poder elaborar la pregunta, seleccionar los análisis e interpretar los resultados.

- En una segunda exploración, se entregan 7 temas distintos para que los estudiantes partan de la experimentación y luego, con los diversos resultados, elaboren preguntas para continuar con la investigación científica.

- En la última investigación realizan una exploración con temas y preguntas propias:

    1. Elaboran un diseño que se puso a prueba a modo de piloto, para luego volver a revisar y/o replantear las preguntas de investigación e hipótesis.

    2. Realizan una revisión teórica en paralelo a medida que surgen interrogantes de la experimentación y las preguntas.

    3. Mejoran los diseños y se recogen los datos.

    4. Elaboran póster e informes científicos con los resultados.

Evaluación

EpA sin calificación; Reflexión final de los estudiantes; Test de HPC inicial y final.

Proyección del recorrido (2020): Relación con saber

Consideramos centrarnos en la exploración práctica y desde ese sitio abrir posibilidades para que surjan las exploraciones teóricas como una necesidad propia y natural de la experiencia de los estudiantes (resumen en figura 2). Esto debido a que en sus reflexiones plantean que la parte teórica la sienten desvinculada de la práctica y que no les resulta atractiva. Se han diseñado los siguientes cambios para el año 2020.

1. Exploración introductoria: actividad guiada, con un solo tema de investigación e idénticos análisis para cada grupo. Se elaborará de manera conjunta la pregunta de investigación en donde se incluyan las variables y se perfile la experimentación que se requiere para responder a esa pregunta. Se recogerán datos y se plantearán las conclusiones en conjunto.
2. Segunda exploración introductoria: Se entregará la temática y a partir de los resultados cada grupo planteará sus propias preguntas de investigación usando algún dato que le sea de interés. Esta fase considerará:
    - 1 temática inédita con muestras ya recolectadas para ser analizadas
    - Clases experimentales en estaciones de trabajos que consideren uno o más prácticos.
    - Clase pre-teórica: recopilación y orden de datos en tablas para hacer los primeros análisis y pensar en las cuestiones teóricas que se requieren para interpretar los resultados.
    - Clase teórica a partir de las cuestiones que surjan de la clase anterior.
    - Clase de análisis con relación a la teoría.
    - Comunicación de resultados: Cada grupo escoge una forma propia: póster, informe científico, video o fotografías de todo el proceso, diario con registro manual, presentación u otro.
3. Tercera exploración: cada grupo planteará un tema investigación siguiendo un recorrido propio.

Evaluación

- EpA sin calificación; Reflexión final de los estudiantes; Pre y post test de HPC.

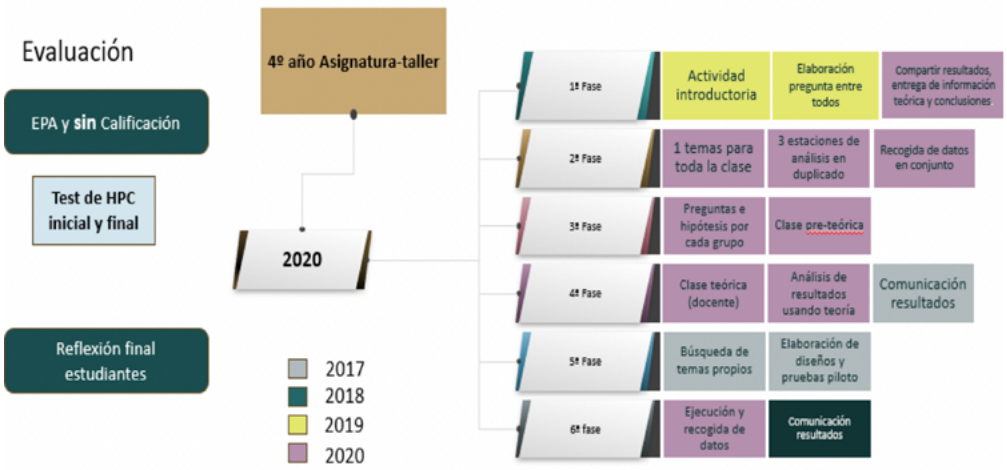


Figura 2. Proyección de fases y evaluaciones año 2020. En distinto color aspectos que se mantienen de años anteriores

CONCLUSIONES

La evolución de la asignatura ha permitido mejorar aspectos de las HPC que se desean desarrollar atendiendo a las necesidades internas, con la participación y responsabilidad directa de los docentes del departamento de ciencias del colegio. Esto también ha implicado remirar la práctica de las maestras y maestros que participan en el proceso, pues han ido incorporando esas nuevas miradas a su práctica en general.

Hemos puesto en marcha un modo de hacer que da cuenta de que es posible acercar la investigación científica real a la escuela y que esto ha cobrado un valor relevante para los estudiantes que muestran mayor implicación y logro de aprendizajes en el proceso. De esta forma, se pone en cuestión lo establecido por distintos autores que plantean que la ciencia escolar debe ser distinta a la realizada por los científicos, donde es el docente quien controla y delinea los procesos que vivenciará el estudiante. Si bien es cierto que los docentes van dando pautas para guiar el proceso sobre todo en las exploraciones iniciales o introductorias, nuestro camino considera al otro como capaz de generar un conocimiento científico a partir de sus intereses.

Atender a la real escucha de los estudiantes ha resultado valioso para acercarnos a una relación con el saber desde el deseo por aprender e investigar científicamente, sin obligación. Es así como se ha iniciado un recorrido más en sintonía con los y las estudiantes. Por otro lado, la ausencia de calificación ha generado tensiones en el proceso que, a su vez, han movilizado nuevas formas de habitar la enseñanza de las ciencias, donde la exploración en primera persona y la reflexión sobre y durante la práctica han sido relevante.

Finalmente, los saberes teóricos vinculados a la práctica y la escritura de informes son los principales desafíos para los estudiantes el año 2020, que se esperan mejorar al poner en práctica el diseño para este período.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ariza, M., Aguirre, D., Quesada, A., Abril, A., García, F. (2016). ¿Lana o metal?: Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, *15*, 297–311.

Brown, A. (1992). Design Experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCE*, *2*(2), 141–178.

Chernicoff, L. & Echeverría, E. (2012). ¿Por qué enseñar ciencia a través de la indagación? Un caso en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM). *Educación Química*, *23(4)*, 433–450.

Council, N. R. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.

Devés, R., & Reyes, P. (2007). Principios y Estrategias del Programa de Educación en Ciencias basada en la Indagación. *Rev. Pensamiento Educativo*, *41*, 115–131.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J., & Romo, V. (2001). Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Ensenanza de Las Ciencias*, *19*(3), 365–376.

Lazonder, A., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of educational research*, *86*(3), 681-718.

López, P., Larraín, A., Isla, E. & Álvarez, C. (2017). *Indagación científica para la educación de las Ciencias, Un modelo de desarrollo profesional docente*. Santiago: ICEC-Mineduc Universidad Alberto Hurtado.

Morín, E., Ciurana, E., & Motta, R. (2002). *Educar en la era planetaria: el pensamiento complejo como Método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Universidad de Valladolid. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial.

Ravanal, E. (2012). Creencias y práctica en profesores de ciencias: ideas para pensar un programa de desarrollo profesional desde la evaluación docente. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, *11*(22), 171–185.

Rinaudo, M., & Donolo, D. (2017). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia*, *22*, 1–29.

Romero-Ariza M. (2017) El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 286-299.

Veglia, S. (2012). *Ciencias naturales y aprendizaje significativo: claves para la reflexión didáctica y la planificación* (1º). Buenos Aires, Argentina: Novedades Educativas.

William, D. (2009). Una síntesis integradora de la investigación e implicancias para una nueva teoría de la evaluación formativa. Archivos de Ciencias de la Educación (4a. época), 3(3). Recuperado el 21 de febrero de 2020 de http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4080/p r.4080.pdf

Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education*, *87*, 112–143.

P.11 Implementación de un modelo “flipped classroom” sobre fisiopatología humana en bachillerato

Roberto Reinoso Tapia, Miguel Ángel Collazos Martínez, María del Carmen Martínez Martínez, Jaime Delgado-Iglesias

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación y Trabajo Social, Universidad de Valladolid, España
E-mail (roberto.reinoso@uva.es)

RESUMEN

El modelo de aprendizaje inverso o “flipped classroom” es un enfoque pedagógico que intenta invertir el proceso de enseñanza y aprendizaje tradicional. En este trabajo se evalúa el resultado de la implementación de una propuesta de aula inversa sobre fisiopatología humana en estudiantes de Bachillerato, tanto en términos de aprendizaje (estudio pre-post) como en términos de percepción de los alumnos. Los resultados obtenidos muestran que la metodología “flipped” no solo logró una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes sino también una mayor autonomía en este proceso. El estudio también refleja el elevado grado de satisfacción que manifestaron los estudiantes en relación con el modelo de instrucción seguido en el aula. Este trabajo permite demostrar que la metodología “flipped” puede implementarse de forma satisfactoria en las aulas de bachillerato.

Palabras clave: Aula inversa; Flipped classroom; Aprendizaje invertido; Fisiopatología humana; Bachillerato.

INTRODUCCIÓN

El paradigma metodológico de clase inversa o "flipped classroom", también denominado "flipped teaching" o "flipped learning", se fundamenta en una serie de principios basados en el constructivismo donde los estudiantes adquieren una gran responsabilidad en su propio proceso de aprendizaje (Bergmann y Sams, 2012). Este nuevo enfoque pedagógico busca promover un cambio en la metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional, y se caracteriza porque la transmisión de información se lleva a cabo fuera del aula, permitiendo que el alumno pueda disponer de dichos contenidos en el momento que desee y tantas veces como necesite durante la preparación previa a la clase (González-Gómez et al., 2016; Jeong et al., 2016). De este modo se consigue que el alumno pueda dedicar el tiempo que permanezca en el aula en llevar a cabo otro tipo de actividades que le involucren en su propio proceso de aprendizaje, como casos prácticos, ejercicios de aprendizaje activo, resolución de problemas, evaluación formativa, actividades de discusión o proyectos en los que los alumnos trabajen con lo que ya han aprendido y asimilado por medio del autoestudio preparatorio (Prieto, 2017).

Otra de las grandes ventajas de esta metodología es que los estudiantes pueden organizar de una manera más eficaz su tiempo y marcar su propio ritmo de aprendizaje (Tourón y Santiago, 2015). Con el modelo de aprendizaje inverso se consigue que el alumno adquiera un mayor protagonismo y responsabilidad en su propio proceso de aprendizaje, pudiéndose desplazar por el currículo a la velocidad que su capacidad y nivel de dominio le permita. Otra característica de este modelo, también compartida por la metodología "Just-in-time teaching" (Novak et al., 1999), es la posibilidad de que el profesor pueda recibir retroalimentación de los estudiantes antes de explicar en clase los contenidos instruccionales. Esta comunicación facilita que el profesor adapte su enseñanza a las dificultades de sus alumnos y adecúe sus explicaciones y ejercicios en función de las dudas más prevalentes de sus alumnos (Dávila et al., 2015). Además, gracias al estudio previo, los alumnos están mucho mejor preparados para participar de modo activo en la clase respondiendo a preguntas o resolviendo los problemas planteados (Prieto, 2017). Por todo ello, no es de extrañar que cada vez sean más numerosos los estudios que ponen de manifiesto el elevado grado de satisfacción que presentan los alumnos que trabajan y aprenden con esta nueva metodología de enseñanza (González-Gómez et al., 2017; Gopalan, 2019; Jeong et al., 2018; Long et al., 2016). No obstante, es necesario resaltar que la mayor parte de los trabajos anteriormente citados han sido llevados a cabo en contextos universitarios, donde parece claro que el modelo "flipped" encaja perfectamente. Sin embargo, apenas existen estudios que evalúen la idoneidad de esta metodología en niveles educativos previos, donde no existe un tiempo definido en la programación anual para el trabajo fuera del aula.

Por ello, se planteó llevar a cabo una experiencia educativa basada en la metodología "flipped classroom" con alumnos de Bachillerato. El desarrollo de esta experiencia se concretó en los siguientes objetivos:

- Evaluar el resultado de la implementación de una propuesta de aula inversa sobre aspectos relacionados con la anatomía y fisiopatología del aparato digestivo en estudiantes de 1º de Bachillerato.
- Evaluar la percepción de los estudiantes sobre la metodología seguida.
- Valorar si la metodología "flipped" puede ser aplicable en Bachillerato

METODOLOGÍA

Participantes

En esta investigación participaron un total de 23 estudiantes de primer curso de Bachillerato que estaban cursando la asignatura de Anatomía Aplicada. Las características en cuanto al género fueron 13 mujeres y 10 hombres, siendo un grupo bastante homogéneo también en cuanto a la edad (16 años de media).

Diseño del estudio

Con el fin de evaluar el conocimiento de los alumnos antes y después de que tuviera lugar la implementación de la propuesta educativa diseñada, se llevó a cabo un estudio cuasi-experimental de tipo longitudinal (pre-post test) (Arnau, 1995). También se evaluó la percepción de los estudiantes sobre la metodología seguida a través de una pregunta abierta en la que se pedía a los alumnos que identificaran los aspectos positivos y negativos del modelo pedagógico utilizado.

Descripción de la propuesta

La experiencia didáctica llevada a cabo en este estudio forma parte de una propuesta diseñada para que los Bachilleres trabajen de forma autónoma contenidos relacionados con la fisiopatología humana. Concretamente, se presenta una experiencia educativa basada en el modelo "flipped classroom" sobre aspectos relacionados con la anatomía y fisiopatología del aparato digestivo. Gracias a esta metodología, los alumnos pudieron visualizar y/o estudiar, tantas veces como desearon, los materiales facilitados por el profesor (video-lecciones, mapas conceptuales, artículos científicos, hiperenlaces, blogs, páginas y portales web, guía para las sesiones de laboratorio, etc.) antes de asistir a las clases presenciales. De este modo, se dispuso de más tiempo de clase para tratar los aspectos más complicados del tema y poder llevar a cabo otro tipo de actividades más prácticas, como ejercicios de indagación, resolución de problemas, proyectos colaborativos, etc. (Tabla 1).

Tabla 1. Ejemplos de actividades "flipped" realizadas en clase

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Hojas de trabajo	Los alumnos, por ejemplo, seleccionaron diferentes órganos digestivos y los relacionaron con sus funciones. También correlacionaron los dos tipos de digestión, mecánica y química, con los productos generados en cada una de estas etapas: bolo alimenticio, quimo y quilo.
Preguntas de opción múltiple	Los alumnos, de forma individual o en grupo, respondieron diferentes cuestiones relacionadas con el aparato digestivo, como por ejemplo, seleccionar de una lista los órganos que forman parte de este aparato.
Animaciones	Los alumnos vieron varias animaciones del sistema digestivo (ej., https://www.youtube.com/watch?v=4dG2PYD94es) y respondieron diferentes preguntas sobre lo observado.
Experimentos	Los alumnos realizaron una maqueta de alguna de las estructuras que componen el aparato digestivo, y posteriormente lo expusieron al resto de sus compañeros.
Ejercicios prácticos	Los estudiantes simularon el proceso de digestión utilizando vasos de papel, jugo de naranja y un par de medias.
Problemas bioinformáticos	Los alumnos dibujaron un diagrama y explicaron mediante fórmulas, cómo se degradan los principales nutrientes que se encuentran en los alimentos.
Modelos 3D	Los estudiantes identificaron los productos finales de la digestión utilizando un kit de diseño molecular 3D y construyeron biomoléculas de complejidad creciente utilizando modelos moleculares.
Trabajo de indagación cooperativo	Los alumnos realizaron un verdadero trabajo de indagación sobre alguno de los aspectos vistos en esta parte de la asignatura (ej., digestión gástrica, enfermedades digestivas, etc.). Para ello, tuvieron que partir de una pregunta investigable a la que debieron intentar dar respuesta (formulando una hipótesis, identificando las variables, planificando la investigación, recogiendo y analizando datos, elaborando unas conclusiones, etc.).

Instrumentos de recogida de información y análisis de datos

Los instrumentos utilizados para obtener la información fueron:

1. Un cuestionario previamente validado sobre anatomía y fisiopatología del aparato digestivo basado en datos obtenidos de entrevistas con otros profesores, observaciones de clase y exámenes de años anteriores. El cuestionario final estuvo formado por 6 preguntas abiertas y 4 preguntas cerradas de elección múltiple. Con el fin de comparar los resultados obtenidos por cada alumno en la prueba de ideas previas o pre-test frente a los obtenidos en la prueba de evolución o post-test, se contrastó la hipótesis de simetría, aplicando para ello el contraste de McNemar a partir de la tabla de contingencia que cruza los dos pases, utilizando el programa Statgraphics Centurion XVII.

2. Una pregunta abierta donde se pedía a los alumnos que señalaran los aspectos, positivos y negativos, que consideraban más relevantes sobre la metodología utilizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de aprendizaje de los bachilleres tras la implementación de la propuesta didáctica diseñada

Los resultados obtenidos mostraron que los alumnos participantes de este estudio poseían un conocimiento bastante somero de la fisiopatología digestiva antes de la implementación de la propuesta educativa. En esta etapa inicial (pre-test), no hubo ninguna pregunta del cuestionario en la que hubiera más alumnos que contestaron acertadamente frente a los que lo hicieron con error. Otro aspecto a destacar en esta fase del estudio es que, en 5 de las 10 preguntas, el porcentaje de alumnos que respondieron correctamente fue inferior al 25%, siendo especialmente llamativo que, en dos de estas mismas preguntas, no hubo ningún alumno de los 23 participantes que respondiera correctamente.

Una vez llevada a cabo la implementación de la propuesta, el conocimiento de los alumnos mejoró significativamente ($p<0.05$). Los resultados en el post-test mostraron que el número de alumnos que respondieron correctamente a las preguntas del cuestionario fue significativamente superior ($p<0.05$) que en el pre-test, no habiendo ninguna pregunta con más aciertos en el pre-test que en el post-test. El porcentaje medio de mejora para todas las preguntas del cuestionario fue del 62.3% ± 22.7. Es necesario recordar que esta prueba de evolución (post-test) se realizó varios días después del examen de conocimientos tipo test que realizaron los alumnos, demostrando que no se trataba de una cuestión memorística sino más bien de que los estudiantes habían interiorizado los conceptos planteados. Estos resultados de aprendizaje ponen de manifiesto que la implementación de la metodología inversa llevada a cabo con este grupo de estudiantes fue realmente satisfactoria.

El Bachillerato es una enseñanza postobligatoria donde no existen horas curriculares dedicadas al trabajo personal y/o en casa, a diferencia de lo que sucede con las Enseñanzas Universitarias, en las cuales se establece un crédito ECTS como 25 horas de trabajo, de las que 10 son presenciales y 15 corresponden a horas de estudio y dedicación personal. Esta diferencia curricular unida al cambio sustancial que supuso para los estudiantes trabajar con este tipo de metodología, donde se requiere un mayor esfuerzo diario, una preparación o estudio previo a las clases y un aprendizaje mucho más autónomo del que quizás estén acostumbrados con los modelos tradicionales de enseñanza, fueron probablemente los mayores hándicaps a los que se enfrentaron nuestros bachilleres. Además, es necesario destacar que la implementación de la propuesta tuvo lugar una vez empezado ya el curso, lo que dificultó aún más su desarrollo. Aun así, los resultados obtenidos mostraron que la mayor parte de los participantes del estudio asimilaron de forma satisfactoria los conceptos tratados en la unidad.

Percepción de los estudiantes en relación con la metodología seguida

Una de las características que más positivamente destacaron los alumnos sobre la metodología empleada (>85%) fue la posibilidad de disponer del temario de forma anticipada a las clases. Esta particularidad del modelo "flipped", ya citada por otros autores (González-Gómez et al., 2017; Jeong et al., 2018), permite que los estudiantes puedan visualizar los contenidos proporcionados por el profesor tantas veces como deseen, contribuyendo a aumentar su comprensión conceptual y permitiendo que cada alumno pueda trabajar a su propio ritmo, organizar mejor su tiempo y preparar las clases de una forma más activa. Otras de las ventajas destacadas por nuestros bachilleres y que también se reflejan en estudios similares (Martín y Santiago, 2015; Moraros et al., 2015), fueron la mayor dedicación de tiempo en el aula para llevar a cabo actividades de indagación o trabajos prácticos investigativos (76.9%), una mayor capacidad del profesor para tener en cuenta los puntos fuertes, debilidades e intereses de cada uno de sus alumnos (65.4%), que las interacciones con el profesor y con sus compañeros habían sido más frecuentes y positivas (61.5%) y un incremento de la motivación de los alumnos hacia la materia y el estudio (53.8%). Entre los aspectos negativos señalados por los estudiantes, cabe destacar el mayor esfuerzo diario que supone este tipo de metodología, tanto en preparación previa de las clases como en actividades a realizar en casa (84.6%) y el mayor grado de autonomía que requiere este tipo de aprendizaje (61.5%). A este respecto, es necesario también resaltar que hubo un pequeño grupo de alumnos (15-20%) que mostraron una baja motivación para trabajar con este tipo de metodologías, bien sea porque las actividades planteadas no fueron de su agrado o bien porque los profesores encargados de implementar este modelo no fueron capaces de transmitir las ventajas de este nuevo entorno educativo. Estudios similares (Strayer, 2012) indican que la eficacia de este modelo varía en función de la asignatura en la que se empleé y que el grado de insatisfacción aumenta cuando los alumnos no tienen interés al sentirse frustrados por la dinámica del aula y la forma en la que está estructurada su orientación con el "flipped classroom".

CONCLUSIONES

En este artículo se presenta una experiencia educativa con alumnos de Bachillerato en la que se intenta valorar el resultado de la implementación de una propuesta sobre fisiopatología humana basada en la metodología de instrucción invertida.

En primer lugar, hemos podido constatar que la implementación de la metodología inversa llevada a cabo con este grupo de bachilleres resultó realmente satisfactoria. Este enfoque pedagógico nace en el ámbito universitario, y su aplicabilidad y efectividad en ese contexto parece más que evidente. Sin embargo, en niveles educativos preuniversitarios, donde no existen horas reflejadas en el currículo dedicadas al trabajo personal y/o en casa, su implementación resulta más complicada. El modelo de aprendizaje inverso, como cualquier otro tipo de aprendizaje no-tradicional, requiere un cambio sustancial en la mentalidad de los alumnos y un giro radical en la dinámica de la clase, aspectos que deben llevarse a cabo de forma gradual para que los estudiantes puedan adaptarse a ellos. Lo ideal en estos casos es realizar una planificación anual al comienzo del curso, detallando y explicando perfectamente qué y cómo se va a trabajar, de modo que los alumnos perciban los beneficios de este nuevo entorno educativo. Otra reflexión que hemos podido extraer de esta investigación y que resulta imprescindible para que este tipo de metodología pueda implementarse de forma satisfactoria en las aulas de bachillerato es la necesidad imperiosa de que tanto el alumnado como el profesorado muestren una buena predisposición frente a este cambio de roles, ya que solo de esta manera es posible conseguir una adecuada transición hacia el modelo de aprendizaje guiado.

Y en segundo lugar, y a la luz de las opiniones manifestadas por los alumnos sobre el modelo pedagógico utilizado, resulta evidente que la mayor parte del alumnado percibió como beneficioso para su aprendizaje seguir una metodología activa y dinámica, poder acceder a los contenidos de una manera fácil y rápida, tener cierta autonomía para marcar su propio ritmo de aprendizaje, llevar a cabo actividades de indagación durante las

clases, poder colaborar con sus compañeros en diferentes experiencias de aprendizaje y percibir la implicación y cercanía del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnau, J. (1995). Metodologies quantitatives en la investigació psicològica. En J. Arnau (Ed.), Mètodes, dissenys i tècniques en investigació psicològica. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Bergmann, J., y Sams, A. (2012). Flip your classroom: reach every student in every class every day. Eugene, Or.: Alexandria, Va.: International Society for Technology in Education.

Dávila, M. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., Martínez, G., y Sánchez-Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(3), 550-564.

González-Gómez, D., Jeong, J. S., Airado-Rodríguez, D. y Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: an initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. Journal of Science Education and Technology, 25, 450-459.

González-Gómez, D., Jeong, J. S. y Picó, A. G. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo "Flipped": Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 35(2), 71-87.

Gopalan, C. (2019). Effect of flipped teaching on student performance and perceptions in an introductory physiology course. Advances in Physiology Education, 43, 28–33.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., y Cañada-Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. Journal of Science Education and Technology, 25, 747-758.

Jeong, J. S., Cañada-Cañada, F., y González-Gómez, D. (2018). The Study of Flipped-Classroom for Pre-Service Science Teachers. Education Sciences 8, 163.

Long, T., Logan, J., y Waugh, M. (2016). Students' perceptions of the value of using videos as a pre-class learning experience in the flipped classroom. TechTrends, 60, 245-252.

Martín, D., y Santiago R. (2015). ¿Es el flipped classroom un Modelo Pedagógico eficaz?: Un estudio sobre la percepción de estudiantes de primaria, ESO y bachillerato. Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos, 285, 29-35.

Moraros, J., Islam, A., Yu, S., Banow, R., y Schindelka, B. (2015). Flipping for success: Evaluating the effectiveness of a novel teaching approach in a graduate level setting. BMC Medical Education, 15(27), 1-10.

Novak, G., Gavrin, A., Christian, W., y Patterson, E. (1999). Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology. Upper Saddle River,NJ: Prentice-Hall.

Prieto, A. (2017). Flipped Learning: Aplicar el modelo de Aprendizaje Inverso. Madrid. Editorial Narcea.

Strayer, J. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. Learning Environments Research, 15(2), 171-193.

Tourón, J., y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. Revista de Educación, 368, 196-231.

P.12 Desempeño en competencias de estudiantes de 2º de ESO en una propuesta ABP sobre el consumo de agua solarizada.

Jesús R. Girón Gambero[1], Teresa Lupión Cobos[2]

[1]IES Isaac Albéniz; [2]Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga
jesusr.giron@gmail.com

RESUMEN

El desarrollo de las competencias científicas es un reto en la educación secundaria obligatoria. La combinación de metodologías ABP con la elección de contextos sociocientíficos atractivos y cercanos para el alumnado puede ser una buena estrategia para conseguir dicho fin. En este trabajo se describe una propuesta didáctica encaminada al desarrollo de competencias científicas eligiendo como contexto el consumo de un agua con supuestas propiedades especiales. Los defensores de este tipo de consumo de agua aportan evidencias pseudocientíficas y en esta experiencia se describe como un grupo de alumnos de 2ºESO adquieren, de forma exitosa, conocimiento competencial para tomar una decisión sobre el consumo de este tipo de agua.

Palabras clave: Competencias científicas, Aprendizaje basado en proyectos, pseudociencias, argumentación, secundaria obligatoria.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las competencias plantea importantes dificultades en las materias científicas (Murga 2008). Vemos como en este tipo de materias suele haber altas tasas de fracaso (Vázquez y Manassero, 2009) cau-

sados, entre otros factores, por el bajo aprendizaje y rendimiento académico. El uso de metodologías que impliquen al alumnado y la enseñanza en contexto puede ayudar a paliar esta circunstancia (Blanco, España y Rodríguez, 2012), ya que el alumnado de esta etapa obligatoria necesita adquirir para potenciar una alfabetización científica en su formación como ciudadanos críticos y reflexivos (Pérez-Franco, Pro-Bueno y Pérez-Manzano, 2018).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), es una metodología docente de tipo constructivista, a menudo asociado a temas de carácter socio-científicos (Thomas, 2000; Sanmartí y Márquez, 2017), donde el alumnado puede tomar el control de su propio aprendizaje construyendo socialmente el conocimiento (Sanmarti y Márquez, 2017). Esta metodología es útil para capacitar al alumnado para el uso de modelos científicos (Domenech, 2018) y también si el ABP en su diseño contempla la realización de experiencias prácticas, puede conducir a entender la importancia de las pruebas para evaluar argumentos (Bravo y Jiménez Aleixandre, 2014).

Con estos antecedentes, hemos considerado de interés abordar una problemática como las supuestas propiedades medicinales que tienen ciertos productos, basándose en evidencias pseudocientíficas, que tienen gran calado incluso en docentes en formación (Uskola, 2016). Consideramos que desde la educación científica hemos de dar respuesta a este tipo de problemas siendo para ello ineludible el desempeño en competencias de los estudiantes. Con tal fin, hemos abordado el trabajo que se presenta a continuación, en el que nos marcamos un doble objetivo:

- - Determinar si el proyecto ayuda al desarrollo de algunas dimensiones de la competencia científica.
- - Cuantificar el grado de desempeño de cada una de las dimensiones de las competencias científicas evaluadas.

PROPUESTA DIDÁCTICA.

Desde la asignatura de Física y Química de 2º de ESO, se llevó a cabo una propuesta de ABP en torno al tema de los sistemas materiales y la luz, donde se pretendía que el alumnado movilizase sus competencias claves y diferentes aspectos de sus competencias científicas. Todo proyecto ABP o propuesta didáctica de enseñanza en contexto, basa gran parte de su posible éxito en la cercanía de la temática elegida, el interés para el alumnado y el desarrollo de capacidades que les resulten útiles. En el caso que nos atañe, el contexto elegido fue el consumo de agua con supuestas propiedades especiales, debidas a la realización de una práctica extendida socialmente: “la solarización”, que en síntesis consiste en exponer agua envasada en una botella azul al sol durante una hora. Esta práctica de solarizar el agua, justificaba la aparición de cambios en la misma a partir de explicaciones pseudocientíficas.

El proyecto se diseña como respuesta a la necesidad de enseñar por competencias en materias científicas. Para ello, se parte de contextos relevantes (Autores, 2012) y se tiene en cuenta el enfoque de problemas socio-científicos (Sanmartí y Márquez, 2017), como es el consumo de un agua a la que se le ha sometido a un proceso entroncado en la pseudociencia. Este problema fue elegido debido a que una profesora del centro consumía este tipo de agua y el alumnado demandó al profesor de ciencias conocer las propiedades especiales de este tipo de agua.

En la génesis de los proyectos ABP se determina cuál será la producción final del estudiante, es decir, el producto final que se va a elaborar. En nuestro caso, se pensó en la realización de un póster científico (y su posterior presentación), que debía contener una serie de pruebas que se le realizan al agua solarizada para obtener resultados que, convenientemente interpretados, llevaran a concluir si el agua analizada tenía o no propiedades distintas al agua sin solarizar. Para conseguir este producto, las tareas que articulan el proyecto deben entenderse de una forma globalizada, conectada e interdisciplinar. Además de trabajar los contenidos de los sistemas materiales, se diseñó cada tarea de forma que trabajase una dimensión de la competencia científica.

La tarea inicial presenta tres prácticas de consumo de agua, lo que aproxima al alumnado a considerar distintas perspectivas de consumo de agua, distintas a las que realizan ellos. En este momento se enseña al alumnado a argumentar científicamente. En la segunda tarea, destinada a conocer la incidencia de la luz sobre los objetos, y, por ende, sobre la botella de agua azul objeto del estudio, aprenden a interpretar un modelo científico que permite conocer el por qué los objetos tienen colores. En la tercera, adquieren evidencias a través de la realización de pruebas físicas al agua, que posteriormente serán usadas y, por último, en la cuarta tarea, interpretan los datos obtenidos, lo que les permitirán obtener conclusiones sólidas.

A continuación, se va a realizar una exposición y descripción de cada una de las tareas, indicando, a modo de ficha de diseño, los conocimientos que se pretendían trabajar.

FASES	TAREAS	DESCRIPCIÓN
Lanzamiento	Exposición de profesora del centro	Una profesora del centro, conocida por el alumnado, expuso las supuestas virtudes de este tipo de agua y los motivos para su consumo.
Desarrollo	Consumos alternativos de agua	Se analizaron en medios de comunicación distintas prácticas de consumo de agua. Se conoció el protocolo para solarizar agua de mano de uno de los defensores de este tipo de prácticas en nuestro país.
	Los colores de los objetos	Aplicación del modelo de haces de luz para comprender el motivo de la coloración de los objetos.
	Pruebas físicas	Realización de pruebas de a) Solubilidad de sulfato de cobre; b) Densidad; c) Punto de ebullición; d) Cristalización; e) Conductividad; f) Análisis organoléptico.
	Análisis de datos y elaboración de póster científico	Comparación de los datos de las tablas propias con el resto de compañeros y el blanco. Uso de carpetas compartidas en Google drive para el acceso a datos comunitarios. Elaboración de póster.
Difusión	Feria de la ciencia Bezmiliana	Exposición del proyecto en la feria de la ciencia del IES Bezmiliana, de Rincón de la Victoria (Málaga). Una feria científica escolar con gran tradición en la provincia. Ver figura 2, muestra de un póster expuesto en la feria de la ciencia organizada por el club de Ciencias Bezmiliana.

Figura 1. Descripción de las tareas de la propuesta didáctica

En la Figura 2 se recoge una de las producciones realizadas en formato póster por el alumnado.

Figura 2. Muestra de póster elaborado por el alumnado y presentado en la feria de la ciencia.

METODOLOGÍA

En esta propuesta didáctica participaron 74 estudiantes de 2ºESO, de entre 13 y 14 años (41 alumnos y 33 alumnas), en el curso 2018-19 de un Instituto de la Estación de Cártama (Málaga). En este centro no se usaban habitualmente libros de texto que eran sustituidos por materiales didácticos que elaboraba el profesorado, en el contexto de uso de metodologías activas y dispositivos tecnológicos (tabletas y móviles). El alumnado no tenía una especial motivación por las materias científicas, pertenecía a tres grupos distintos y en el tercer grupo se ubicaba el alumnado con mayores calificaciones en la materia de Ciencias de la Naturaleza del curso anterior. Además, éstos estudiantes estaban acostumbrados a realizar trabajos de investigación, a trabajar por tareas y a realizar presentaciones orales en materias no científicas, pero si resultaba novedoso el enfoque ABP para el aprendizaje de contenidos de Física y Química, pues este curso es la primera toma de contacto con esta materia.

Para llevar a cabo esta investigación, los instrumentos de recogida de datos fueron los siguientes:

- Póster científicos elaborados por los grupos de estudiantes. Se analizaron los pósteres científicos que realizaron los estudiantes en grupos de 4 alumnos. Estos pósteres estaban pensados para ser presentados oralmente durante un tiempo máximo de 10 minutos usando la pizarra digital (véase figura 2).

- Observaciones del profesor durante la presentación del póster. Todos los grupos de alumnos defen-

dieron sus pósteres ante el resto de compañeros y el profesor. Todos los asistentes podían hacer preguntas a los alumnos que exponían sus resultados.

Se diseñó una rúbrica que pudiese evaluar los siguientes aspectos de la competencia científica desarrollada por éstos, según lo establecido en PISA (PISA, 2015):

a Evaluar y diseñar la investigación científica: Distinguir preguntas posibles para experimentos científicos

b Interpretar datos y pruebas científicas: Evaluar argumentos y pruebas científicas. Pensamiento crítico

c Interpretar datos y pruebas científicas: Analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas

Estas dimensiones de la competencia se asociaron a tres instrumentos de evaluación, que tomaban datos del trabajo de aula, los pósteres científicos y la presentación oral de los mismos. La rúbrica estaba formada por tres ítems evaluables: Planificación del trabajo (PT), Aplicación del conocimiento (AC) y Trabajo en grupo (TG) (Autores, 2019). Cada uno de estos ítems se evaluaba con 5 niveles de desempeño, siendo 0 el nivel más bajo, correspondiente al alumnado que no había realizado ningún trabajo y 4 el que lo había realizado de forma excelente. Con las puntuaciones otorgadas por el profesor, uno de los autores de este trabajo, se lleva a cabo una estadística descriptiva en la que se recogen las medias, las medianas y la desviación típica. Además, se ha aplicado una estadística inferencial con el programa SPSS en la que se analizan las posibles diferencias significativas entre las variables consideradas: aspectos evaluados, grupo y sexo. Se ha utilizado pruebas no paramétricas: la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors al ser la muestra mayor a 50 casos, para analizar el supuesto de normalidad de las variables, encontrándose que ninguna de ellas la cumple. Por ello, se han empleado estadísticos no paramétricos. Para estudiar las diferencias en función de la variable aspecto evaluado se ha utilizado en primer lugar la prueba de Friedman para k muestras relacionadas y posteriormente de los rangos con signos de Wilcoxon para el análisis de pares de aspectos evaluados. Para la variable grupo, se utilizó la prueba H de Kruskal-Wallis para k muestras independientes y, finalmente, la prueba U de Mann-Whitney para 2 muestras independientes, para analizar diferencias entre parejas de grupos y entre sexo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las puntuaciones otorgadas se han calculado la media y mediana para cada uno de los aspectos evaluados y grupo participante (Tabla 1).

Tabla 1. Media y mediana y desviación típica de los aspectos evaluados con la rúbrica.

GRUPO	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO			APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS			TRABAJO EN GRUPO			N
	Media	Mdn	σ	Media	Mdn	σ	Media	Mdn	σ	
Grupo 1	2,000	2,000	1,020	2,170	2,500	1,090	2,330	2,500	1,270	24
Grupo 2	1,620	2,000	1,090	1,960	2,000	1,340	1,880	2,000	1,300	26
Grupo 3	3,670	4,000	0,480	3,830	4,000	0,380	3,830	4,000	0,380	24
Global	2,430			**2,650**			**2,680**			74

Comparación entre los aspectos evaluados

Como se aprecia en la tabla 1, aparece en términos globales un valor medio para los tres aspectos evaluados en el siguiente orden: TG> AC> PT. Esta secuencia aparece en el grupo 1 mientras que en el 3, la AC y la PT alcanzan la misma puntuación. Sin embargo, en el grupo 2, AC obtiene una valoración más alta que las otras dos. Para estudiar las posibles diferencias estadísticas entre las variables estudiadas se utilizó la prueba de chi-cuadrado mediante tablas de contingencia. En los 3 contrastes realizados se obtiene que el 80% o más de las casillas tienen frecuencia menor a 5, lo que no permite afirmar la fiabilidad de la prueba.

Comparación entre grupos

Con respecto al análisis de las diferencias entre los resultados obtenidos por cada grupo, la prueba estadística muestra diferencias significativas para las tres variables en función de los grupos. El contraste por pares mostró diferencias significativas entre los grupos 1 y 3, y 2 y 3, para todas las variables, pero no entre los grupos 1 y 2 (tabla 2). Esto pone de manifiesto que el grupo 3 es el que ha mostrado un desempeño significativamente más alto que los otros dos grupos en los tres aspectos evaluados.

Tabla 2. Valores estadísticos de las diferencias de puntuaciones entre parejas de grupos de las puntuaciones entre los tres aspectos evaluados

GRUPOS	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO		APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO		TRABAJO EN GRUPO	
	Z	P	Z	P	Z	P
1 y 2	-1,303	,193	-,728	,466	-1,281	,200
1 y 3	-5,533	,000	-5,784	,000	-4,818	,000
2 y 3	-5,706	,000	-5,097	,000	-5,310	,000

Comparación entre sexo

Para el caso del sexo, el análisis estadístico no muestra diferencias significativas en ninguno de los tres aspectos evaluados. Es decir, los chicos y las chicas muestran un igual desempeño en los aspectos de la competencia considerados.

CONCLUSIONES

Tras el análisis de los resultados obtenidos en la implementación del proyecto, podemos concluir que:

- El proyecto ABP que se implementó con los tres grupos de alumnos de 2°ESO, ayudó al desarrollo de las dimensiones de la competencia científica que fueron evaluadas con la rúbrica destinada a tal fin. En este sentido, puede apreciarse que las puntuaciones obtenidas tras la aplicación de la rúbrica, a nivel global, superan la puntuación de 2, valor a partir del cual se establece el límite inferior de adquisición de la competencia.
- La PT es el aspecto que recibe una valoración ligeramente inferior que los otros dos aspectos evaluados: TG y AC. Esto muestra una carencia en la organización del trabajo entre los grupos cooperativos

frente a las propias dinámicas de colaboración y aplicación de conocimientos científicos obtener conclusiones. No se puede afirmar que haya diferencias significativas entre el grado de desempeño de los tres grupos de estudiantes participantes en la experiencia, debido a que la prueba no obtiene los niveles mínimos de fiabilidad.

- Respecto a la perspectiva de género, las pruebas estadísticas arrojan la conclusión de que es una propuesta que no genera desigualdades en su aplicación en el aula.
- Por último, como futura línea de trabajo, se pretende que un grupo de profesores de ciencias de la ESO lleven a cabo el proyecto con grupos de alumnados diversos, con la finalidad de obtener una cantidad de datos mayor para valorar el desempeño de competencias y recoger sus puntos de vista, con los que poder analizar posibles implicaciones didácticas de la transferencia habida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Autores, 2019)

Blanco, A.; España, E.; Rodríguez, F. (2012): Contexto y enseñanza de la competencia científica». *Alambique. Didáctica de las ciencias Experimentales,* núm. 70, pp. 9-18.

Bravo Torija, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, *32*, 425-442.

Domènech-Casal, J. (2018). Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía: una experiencia de aprendizaje basado en proyectos con globos aerostáticos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *36*(2), 191-213.

Murga, M. A. (2008): «Percepciones, valores y actitudes ante el desarrollo sostenible. Detección de necesidades educativas en estudiantes universitarios». *Revista Española de Pedagogía, núm. 66*, pp. 327-343.

Pérez, D.; Pro, A.J. De; Pérez, A. (2018). Actitudes ambientales al final de la ESO. Un estudio diagnóstico con alumnos de Secundaria de la región de Murcia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *núm. 15*, pp. 3.501-3.517.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation, California.

Sanmartí, N.; Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción». Ápice. Revista de Educación Científica, núm. 1, pp. 3-16.

Uskola, A. (2016). ¿Los productos homeopáticos pueden ser considerados medicamentos? Creencias de maestras/os en formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 574-587.

Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de Las Ciencias*, *27*, 33–48.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia (CPAIM) (EDU2017-82197-P) financiado por MINECO 2017.

P.13 Cardioeducación una propuesta innovadora para desarrollar en el aula de la Formación Inicial de Maestros del Grado de Educación Infantil.

Noela Rodriguez-Losada[1], Fernando Cabrera Bueno[5], María del Carmen Lozano[3], Cristina Pradillo[4], Eduardo de Teresa Galván[2]María Aurora Suarez-Lledo [6], Vito Brero Peinado[1]

1Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Málaga, (noela@uma.es).

2 Departamento de Medicina Interna Unidad de Cardiología. Facultad de Medicina. Universidad de Málaga (edeteresa@uma.es)

3 Colegio San Juan de Dios, Goleta. Málaga. (direccciongoleta@hotmail.com)

4 Pediatría UGC El Cónsul, Distrito Sanitario Málaga-Guadalhorce.Servicio Andaluz de Salud. (mcristinapradillo@gmail.com)

5 Servicio de Cardiología del Hospital Clínico Virgen de la Victoria de Málaga.

6 Centro CARE unidad de Pediatria SAS Junta de Andalucía Málaga (España)

RESUMEN

La enfermedad cardiovascular, es la primera causa de muerte del mundo, en concreto la comunidad autónoma de Andalucía es la primera en el ranking de tasas por mortandad asociada al infarto agudo de miocardio, de toda España. Sociedades científico-médicas promueven desde sus actuaciones una dieta saludable y para ello, hábitos de consumo claves para un corazón sano (Plaz-Celemín, 2015). Esta medida preventiva, tiene una vinculación estrecha con la formación en la etapa infantil, etapa crucial donde se aprenden los hábitos primordiales que serán habituales en su etapa adulta.

El objetivo principal de este trabajo es contribuir a la alfabetización del alumnado en formación inicial de maestros (AFIM), en el área de la cardiología y de la enfermedad cardiovascular y de los mecanismos preventivos basados en los hábitos de vida saludables. Nuestro grupo de investigación ha acuñado el término de Cardioeducación como la convergencia del área de la cardiología fisiopatológica y la educación.

El programa formativo contempla trabajar con el AFIM el análisis, discriminación y selección de alimentos; el desarrollo del pensamiento crítico sobre información alimentaria y el diseño de actividades educativas innovadoras.

Los resultados preliminares mostraron que el alumnado es capaz de identificar os factores que influyen sobre la enfermedad cardiovascular, muy especialmente los factores ambientales que influyen en el genoma, como son los factores epigenéticos.

Como conclusión derivada de la práctica del programa de Cardioeducación desveló que los AFIM mostraron una alta capacidad de respuesta argumentativa sobre factores de riesgo cardiovascular y obesidad, en general. Y producto de su aprendizaje ha sido la transferencia a la práctica educativa.

Palabras clave: Cardioeducación, hábitos saludables, programa formativo, salud cardíaca argumentación, pensamiento crítico

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular, es la primera causa de muerte a nivel mundial y en concreto en Europa supone el 45% de todas las defunciones, siendo un 37% especifico por muerte de infarto agudo de miocardio en la Unión Europa (Piepoli et al., 2020). Las Sociedades Española y Andaluza de Cardiología, han publicado que la tasa de mortandad asociada a la enfermedad cardiaca es mayor en la comunidad autónoma de Andalucía en relación con el resto de las comunidades autónomas (Ministerio de Sanidad and Igualdad 2016). Siendo la frecuencia de afectación del infarto agudo de miocardio mayor en mujeres que en hombres (del Val Martín & Zamorano Gómez, 2015). EL trabajo publicado por el estudio PRICE en el 2008, nos muestra como a pesar de encontrarnos en un ambiente mediterráneo con la influencia de la dieta mediterránea, tenemos el récord de prevalencia de insuficiencia cardiaca en una población por encima de los 45 años y de mortalidad por isquemia. El trabajo dirigido por nuestro equipo (de Teresa Galván et al., 2006) y publicado en la Revista Española de Cardiología mostraba la paradoja andaluza en porcentajes tales como la tasa de mortalidad de mujeres en España eran del 28,8% siendo en Andalucía del 41,13%. En el caso de hombres, la tasa era en España de 27,30% y en Andalucía del 38,19%. La Encuesta Nacional de Salud, muestra entre el 37% de la población (entre 0 y 17 años) sufre sobrepeso y el 17% obesidad, desde la educación abogamos por la implementación de la competencia alimentaria y de la instauración de hábitos de ejercicio físico como estrategia educativa que espera revertir el comportamiento de una sociedad creciente. Considerando que el tejido adiposo encargado de la acumulación de adipocitos, células encargadas del almacén energético crece y se instaura en los primeros años de vida, siendo el tamaño de este tejido crucial para la prevención de obesidad en edad adulta (Sociedad Española de Pediatría,2018).

Un factor detonante estudiado es el nivel cultural y educativo. Hay estudios que muestran un claro sesgo sobre la obesidad y sobrepeso en las poblaciones cuyo índice cultural y educativo es más bajo en comparación con sujetos con estudios superiores (Dégano et al. 2017). Existe un desconocimiento social de que ya desde la etapa de la infancia, los malos hábitos alimenticios inician los mecanismos fisiopatológicos responsables de la enfermedad cardiovascular, que permanecen silentes hasta que florecen en las edades adultas (Javier, Díez, Albillos, Nieves, & Valero, 2019). Por tanto, la Sociedad Española de Pediatría pone en alerta que la ingesta de productos manufacturados con alto grado de grasas saturadas como sustituto alimentario de nuestra dieta mediterránea potencian mecanismos ateroscleróticos, sobretodo en edades infantiles que la predisponen a padecer la enfermedad (Rosillo et al., 2005). Los factores asociado a los hábitos de vida son fundamentales para su la prevención de la enfermedad cardiovascular y para el retraso en su aparición (Ahmad et al., 2018; Tourlouki, Matalas, & Panagiotakos, 2009).

Dentro de la implicación en la Etapa Infantil de la Enfermedad Cardiovascular, destacamos el estudio Aladino dependiente de la OMS (Ortega Anta et al., 2015) reveló que España se encuentra entre los 3 países europeos con mayor prevalencia de sobrepeso, tasa que ha ido aumentando de manera progresiva hasta un 30%. En concreto, en la comunidad autónoma de Andalucía existe un fenómeno paradójico ya que se encuentra a la cabeza de las estadísticas descritas sobre las tasas mortandad asociadas a esta enfermedad, así mismo los pronósticos a largo plazo no son alentadores (M. Jiménez-Navarro, Gómez-Doblas, Molero, & de Teresa Galván, 2006). A pesar de que la región mediterránea abastece de los productos alimenticios que más favorecen a los estados saludables y que impactan directamente sobre la población protegiéndonos contra la enfermedad cardiovascular, no parecen incidir directamente en la población andaluza. Si una dieta rica en grasas saturadas se asocia un estilo de vida cada vez más sedentario, donde las niñas y los niños tienen menos actividad física fuera de la escuela, se predisponen a duplicar el riesgo cardiovascular en su etapa adulta (Elosua, 2005). Todos estos datos ponen en alerta la necesidad de generar programas educativos y formativos que incidan en la sociedad y muy especialmente en los formadores y educadores para que dentro de sus líneas de trabajo o proyectos trabajen en la importancia de los estilos de vida saludables actuando directamente en los mecanismos de prevención.

OBJETIVOS

El objetivo principal es desarrollar un programa formativo que permita dar una formación integral en la Cardioeduación basada en la educación como estrategia de prevención de la enfermedad cardiovascular.

Para ello se describen los siguientes subjetivos:

1. Adquisición de competencia alimentaria, desarrollo de pensamiento crítico, en nuestro AFIM mediante las metodologías asociadas a la indagación, modelización y argumentación basada en la detección de falsos mitos y análisis de publicidad aparentemente saludables.

2. Dar formación sobre el mecanismo fisiopatológico del infarto agudo de miocardio y formación de placas de ateroma de la enfermedad coronaria, y factores asociados del síndrome metabólico, así como mecanismos preventivos desde edad infantil.

3. Conocer los fundamentos de reanimación cardiovascular para comprender su maquinaria de funcionamiento y el potencial riesgo para la salud las prácticas no saludables.

4. Generar recursos didácticos para la transferencia a la práctica educativa, mediante realización de Ferias sobre Cardioeducación.

METODOLOGÍA

Este estudio se realiza en el contexto de la asignatura de segundo, Salud, Higiene y Alimentación infantil y del Prácticum III del Grado de Maestro de Educación Infantil, de la Facultad de Ciencias de la Educación (AFIM) en la Universidad de Málaga. Y se ha realizado sobre 97 estudiantes (100% mujeres).

La cardioeducación trabaja con tres vertientes: (I) Docente: con nuestro alumnado de segundo curso en la asignatura de Salud, Higiene y Alimentación Infantil. (II) Alumnado de infantil (AFIM), mediante la ejecución en el prácticum III de actividades relacionadas con la cardioeducación. (III) Familias: mediante charlas formativas conjuntas familias y alumnado.

El programa formativo contempla trabajar con nuestros futuros maestros (AFIM) estrategias educativas para: (1) análisis, discriminación y selección de los alimentos, (2) diseño de actividades con este fin, mediante la generación de dietas saludables y el análisis de sus propias dietas como contexto de aprendizaje. (3) Implementación el pensamiento crítico para actuar frente a falsos mitos o publicidad sobre alimentos. (4) Diseño de ecohuertos que favorezcan los hábitos saludables, favoreciendo la relación amigable con los alimentos sin procesar. (5) Promoción del proselitismo saludable mediante eventos de difusión, publicidad y campañas de opinión, como: Talleres, ferias, conferencias.

En concreto contempla enseñar a nuestros futuros maestros estrategias para la discriminación y selección de alimentos, diseño de actividades con finalidad educativa, mediante la generación de dietas empleando criterios científicos, el análisis de sus propias dietas para estudiar en contexto su propio aprendizaje. Desarrollo del pensamiento crítico en nuestro alumnado para actuar frente a falsos mitos o publicidad sobre alimentos aparentemente saludables. Recibir formación mediante talleres con Pediatras y Cardiólogos centrados en los mecanismos fisiopatológicos de la enfermedad coronaria, de los problemas de sobrepeso, obesidad mórbida y reanimación cardiovascular. Realización de Ferias sobre Cardioeducación, donde se ideen gamificaciones enfocadas al área de infantil para poder ser trasferida a la práctica. Realizar propuestas de reuniones, mediante el diseño de las mimas basándose en argumentación científica, dirigida a familiares para debatir y abarcar esta problemática, basándose en las charlas formativas que fueron realizaras por profesionales médicos y científicos. Incluyendo técnicas de reanimación cardio-pulmonar para entender el mecanismo de funcionamiento del corazón mediante bombeo.

Nuestro programa educativo para la cardioeducación se desarrolla mediante los siguientes puntos:

Tabla 1. Programa para el Desarrollo

Indagación:	El alumnado buscará información en la red o en prensa escrita u online, y cartelería expuesta en diferentes locales o calles. Y debe hacer un análisis valorativo sobre su potencial peligro saludable. Se realiza una puesta en común a modo de debate para llegar a conclusiones factibles. El alumnado recurre a la búsqueda de información en bibliografía consolidada para argumentar sus causas de potencial riesgo para la salud. Valorando de qué manera afecta a la salud, si es que afecta y en qué dosis (figura 1).

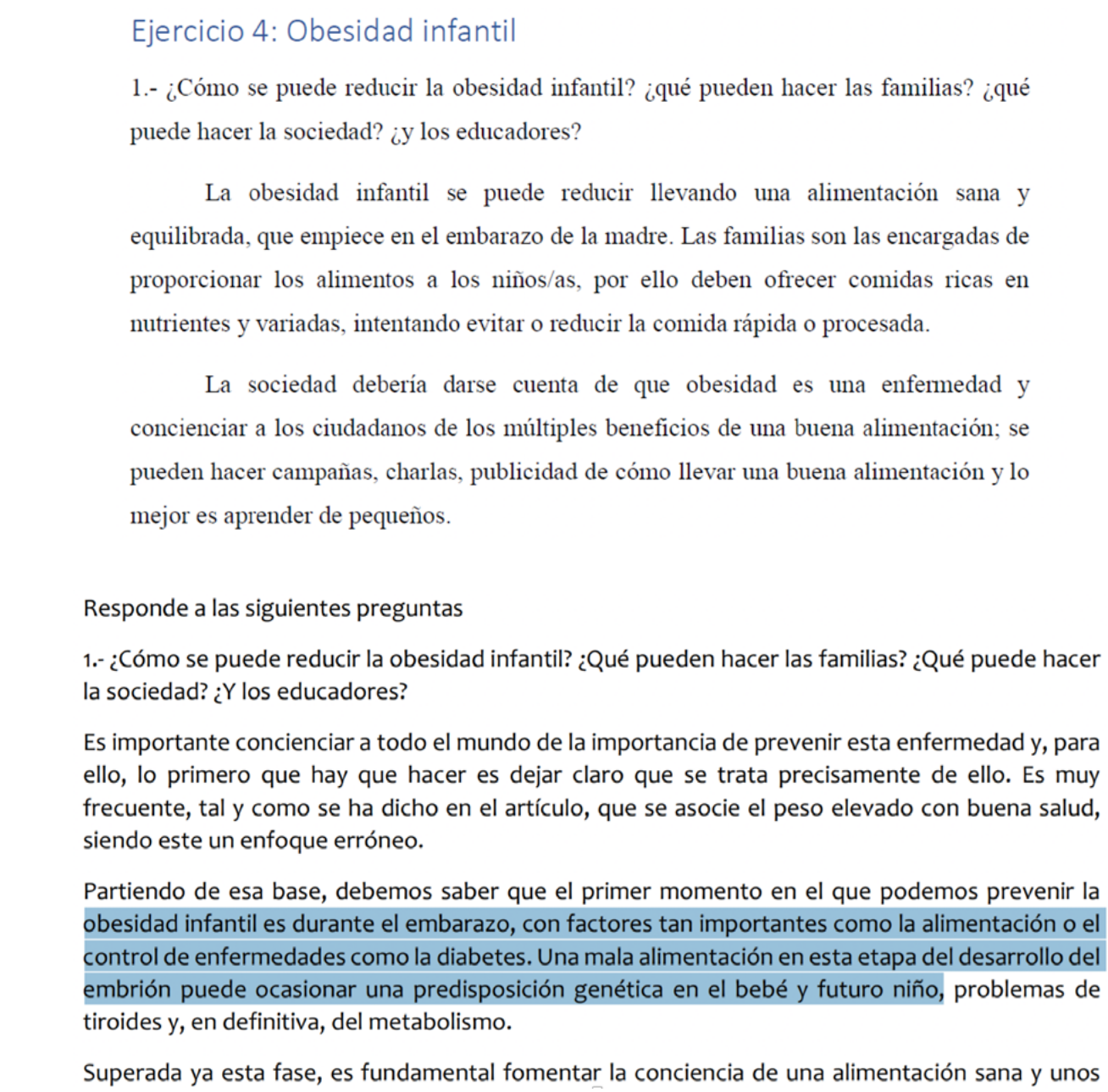
Competencia Alimentaria:	Mediante el reconocimiento de los alimentos y agruparlos por especies categorías para realizar dietas alimentarias con proporciones correctas. Para ello es fundamental saber comprar y saber reconocer los alimentos por familias y grupos: competencia alimentaria adquirida en el aula. El reconocimiento de los alimentos y la capacidad adecuada de agruparlos dentro de la clasificación básica alimentaria les permitirá generar mejores dietas alimentarias y más equilibradas (Aurelio, et al 2018, Competencia Alimentaria). Se realizan análisis de alimentos siguiendo el patrón mostrado a continuación. Enseñar a nuestro AFIM, estrategias para analizar los alimentos, ideación de actividades de diseño para este fin orientadas al alumnado de primaria o infantil, forma parte de uno de los objetivos principales de nuestro equipo de trabajo.
Alfabetización científica	Mediante talleres con expertos y profesionales del área de la cardiología, pediatría, y nutrición, mejorando la competencia alimentaria. Se trabaja sobre la nutrigenómica y la metabolómica así como conceptos sobre epigénetica asociada a la enfermedad cardiovascular favoreciendo el conocimiento sobre cómo influyen los hábitos asociados a cambios genéticos que nos predisponen para una enfermedad o que nos preserva de ella desde edades tempranas
Conocimiento del funcionamiento de la maquinaria cardiaca	Mediante talleres de reanimación cardiopulmonar y entrenamiento en el procedimiento de rescate
Realización de Ferias Educativas	Mediante el desarrollo de Ferias Educativas en el ámbito de la Salud y Alimentación Infantil.
Talleres con madres y padres	Mediante la para alfabetización alimentaria sobre los productos con componentes de grasas saturadas e hidrogenadas, mejorando la sensibilización en la población parental.

RESULTADOS

Los resultados cualitativos basados en publicidad (figura 1), empleando los artículos de periódico sobre obesidad mórbida que afecta a el alumnado de infantil, generan una reflexión crítica sobre el tema que permite al alumnado detectar y mejorar su argumentación científica sobre la importancia de la alimentación.

Figura 1. Ejemplo de Anuncio de Mc Donalds

Resultados basados en argumentación científica en relación con la reducción de la obesidad infantil y riesgo cardiovascular. El alumnado propuso, ideando medidas de actuación (figura 2) para implementarlas como futuros maestros de infantil (AFIM) en el abordaje de esta enfermedad metabólica.



Ejercicio 4: Obesidad infantil

1.- ¿Cómo se puede reducir la obesidad infantil? ¿qué pueden hacer las familias? ¿qué puede hacer la sociedad? ¿y los educadores?

La obesidad infantil se puede reducir llevando una alimentación sana y equilibrada, que empiece en el embarazo de la madre. Las familias son las encargadas de proporcionar los alimentos a los niños/as, por ello deben ofrecer comidas ricas en nutrientes y variadas, intentando evitar o reducir la comida rápida o procesada.

La sociedad debería darse cuenta de que obesidad es una enfermedad y concienciar a los ciudadanos de los múltiples beneficios de una buena alimentación; se pueden hacer campañas, charlas, publicidad de cómo llevar una buena alimentación y lo mejor es aprender de pequeños.

Responde a las siguientes preguntas

1.- ¿Cómo se puede reducir la obesidad infantil? ¿Qué pueden hacer las familias? ¿Qué puede hacer la sociedad? ¿Y los educadores?

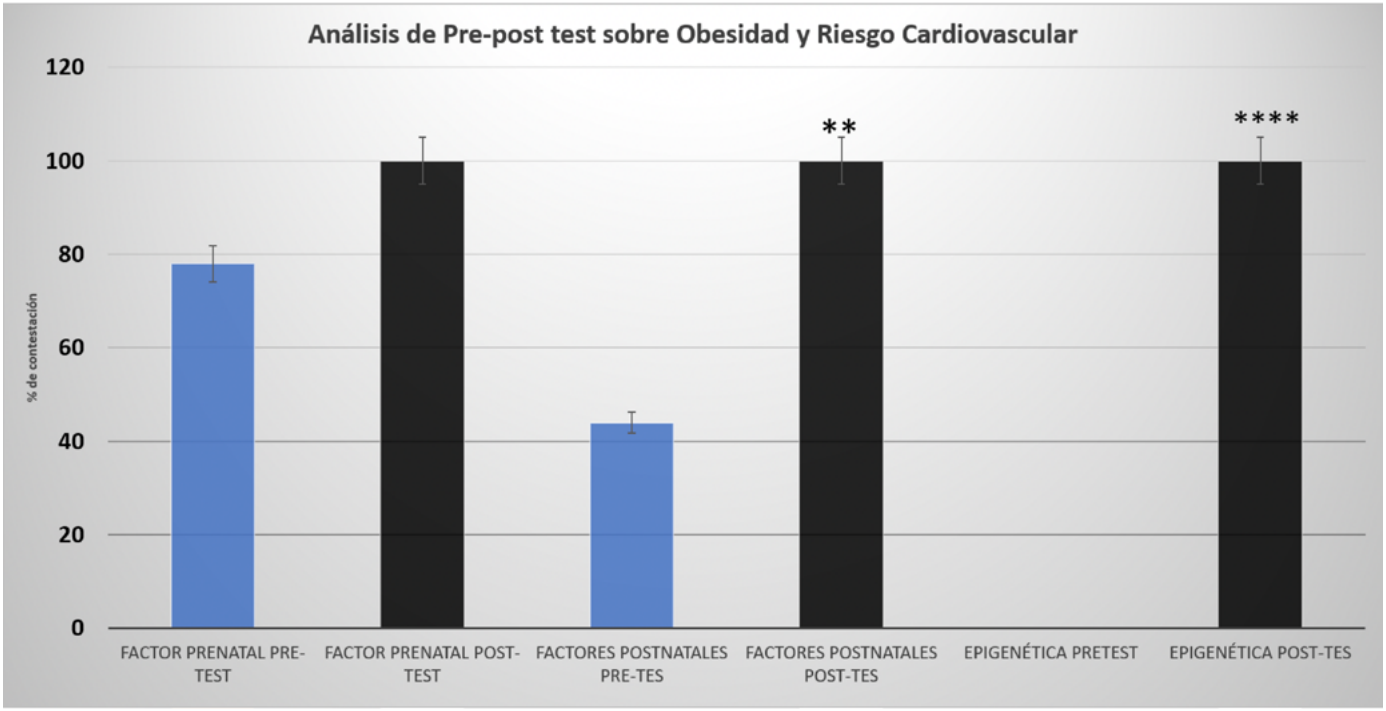
Es importante concienciar a todo el mundo de la importancia de prevenir esta enfermedad y, para ello, lo primero que hay que hacer es dejar claro que se trata precisamente de ello. Es muy frecuente, tal y como se ha dicho en el artículo, que se asocie el peso elevado con buena salud, siendo este un enfoque erróneo.

Partiendo de esa base, debemos saber que el primer momento en el que podemos prevenir la obesidad infantil es durante el embarazo, con factores tan importantes como la alimentación o el control de enfermedades como la diabetes. Una mala alimentación en esta etapa del desarrollo del embrión puede ocasionar una predisposición genética en el bebé y futuro niño, problemas de tiroides y, en definitiva, del metabolismo.

Superada ya esta fase, es fundamental fomentar la conciencia de una alimentación sana y unos

Figura 2. Muestra de dos ejemplos describiendo sus medidas de actuación factores prenatales en los estudios post-test

Los Resultado sobre factores prenatales genéticos en el embarazo que contribuyen a la enfermedad cardiovascular: (b) factores postnatales y la epigénetica (c) como motor de cambio comparando el pretest y postest del estudiantado (estadístico t Student, significación *p<0.05; **p<0.001; ****p<0.0001, n=15). Mostraron un aprendizaje de los factores ambientales, epigenéticos y de cómo afecta a la vida intrauterina y a la predisposición hacia obesidad mórbida y sobrepeso , diabetes tipo 2, etc.



La figura 3, muestra el Análisis por t-Student de la diferencia entre pre-test y post-test de la pregunta sobre los factores que afectaban a la obesidad infantil.

Los resultados muestran a nivel cualitativo, cómo el alumnado diseñó diversos para llevar a cabo en el Prácticum sobre los alimentos, saludables y no saludables. Realizando gamificaciones, como por ejemplo la realizada (figura 3) en forma de pirámide alimenticia. O realizando talleres de alimentación para presentación de comida atractiva, entre otros muchos recursos. Este taller, fue implantado por AFIM en en el Prácticum II con éxito tanto del alumnado de 5 años, al que iba enfocado, así como del tutor en prácticas que lo ha implementado como material didáctico.

Figura 3. Recurso Feria Educativa en la Asignatura Salud Higiene Infantil

CONCLUSIONES

Este trabajo, por el momento, se centra en el diseño de una propuesta formativa que se encuentra en fase de implementación en asignaturas del Prácticum del Grado de Educación Infantil de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga. Los futuros datos obtenidos, su análisis y las conclusiones resultantes serán objeto de nuevas publicaciones. No obstante, los resultados preliminares mostraron un aprendizaje del alumnado sobre los factores ambientales y genéticos que afectan y predisponen a la enfermedad cardiovascular. La estadística previa muestra de manera muy significativa como el alumnado ha aprendido que los factores epigenéticos, entendidos como efecto del ambiente en forma de hábito, influyen directamente en la predisposición hacia la enfermedad metabólica desde fases tempranas, como son la gestacional o la neonatal. El alumnado ha implementado en sus prácticas profesionales, de manera espontánea y exitosa el estudio sobre la alimentación infantil. Estos datos preliminares nos invita a seguir trabajando en este enfoque y en un futuro realizar un seguimiento a corto, medio y largo plazo de los estudiantes y del impacto en los centros educativos donde establezcan sus actividades docentes.

REFERENCIAS

Ahmad, S., Moorthy, M. V., Demler, O. V., Hu, F. B., Ridker, P. M., Chasman, D. I., & Mora, S. (2018). Assessment of Risk Factors and Biomarkers Associated With Risk of Cardiovascular Disease Among Women Consuming a Mediterranean Diet. *JAMA Network Open*, *1*(8), e185708. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.5708

Andersson, C., & Vasan, R. S. (2018). Epidemiology of cardiovascular disease in young individuals. *Nature Reviews Cardiology*, *15*(4), 230–240. https://doi.org/10.1038/nrcardio.2017.154

C.B., E., J.F., S., H.A., F., W.W., W., D.L., H., E., G.-L., & D.S., L. (2012). Effects of dietary composition on energy expenditure during weight-loss maintenance. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, *307*(24), 2627–2634. https://doi.org/10.1001/jama.2012.6607

Dégano, I. R., Marrugat, J., Grau, M., Salvador-González, B., Ramos, R., Zamora, A., … Elosua, R. (2017). The association between education and cardiovascular disease incidence is mediated by hypertension, diabetes, and body mass index. *Scientific Reports*, *7*(1), 1–8. https://doi.org/10.1038/s41598-017-10775-3

del Val Martín, D., & Zamorano Gómez, J. L. (2015). Epidemiología de la prevención secundaria en España: Hechos y cifras. *Revista Espanola de Cardiologia Suplementos*, *15*, 2–6. https://doi.org/10.1016/S1131-3587(16)30002-4

Elosua, R. (2005). Actividad física. Un eficiente y olvidado elemento de la prevención cardiovascular, desde la infancia hasta la vejez. *Revista Espanola de Cardiologia*, *58*(8), 887–890. https://doi.org/10.1157/13078123

Javier, F., Díez, A., Albillos, J. A. R., Nieves, G., & Valero, L. (2019). Dislipemias en edad pediátrica, (1), 125–140.

Jiménez-Navarro, M. F., Muñoz-García, A., Ramirez-Marrero, M. a, Dominguez-Franco, A., García Alcántara, A., Gómez-Doblas, J. J., … de Teresa, E. (2009). Preinfarction angina prior to first myocardial infarction does not influence long-term prognosis: a retrospective study with subgroup analysis in elderly and diabetic patients. *Clinical Cardiology*, *32*(9), E62-5. https://doi.org/10.1002/clc.20513

Jiménez-Navarro, M., Gómez-Doblas, J. J., Molero, E., & de Teresa Galván, E. (2006). Mortalidad por insuficiencia cardíaca en España: ¿existe una paradoja andaluza? *Revista Clínica Española*, *206*(6), 276–277. https://doi.org/10.1016/S0014-2565(06)72796-5

Piepoli, M. F., Abreu, A., Albus, C., Ambrosetti, M., Brotons, C., Catapano, A. L., … Tiberi, M. (2020). Update on cardiovascular prevention in clinical practice: A position paper of the European Association of Preven-

tive Cardiology of the European Society of Cardiology*. *European Journal of Preventive Cardiology*, *27*(2), 181–205. https://doi.org/10.1177/2047487319893035

Rosillo, I., Pituelli, N., Corbera, M., Lioi, S., Miryan, T., D´Arrigo, M., … Beloscar, J. (2005). Perfil lipídico en niños y adolescentes de una población escolar. *Archivos Argentinos de Pediatría*, *103*(4), 293–297.

Sanidad, M. D. E., & Igualdad, S. S. E. (2013). Patrones de mortalidad en España , 2010.

Tourlouki, E., Matalas, A. L., & Panagiotakos, D. B. (2009). Dietary habits and cardiovascular disease risk in middle-aged and elderly populations: a review of evidence. *Clinical Interventions in Aging*, *4*, 319–330. https://doi.org/10.2147/cia.s5697

P.14 Egagrópilas de lechuza común: Antiguas prácticas, nuevos objetivos de indagación con futuros/as maestros/as de Educación Primaria

Beatriz Carrasquer y Adrián Ponz

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza. Email de contacto: bec rras@unizar.es

RESUMEN

En este trabajo se pretende averiguar la funcionalidad de un recurso didáctico utilizado en ambientes de divulgación o sensibilización ambiental, pero en menor medida para el aprendizaje de contenidos que conduzcan a la construcción de la complejidad de los ecosistemas. Se trabaja con egagrópilas de lechuza común en entornos de indagación con alumnado de Magisterio. Los resultados son buenos en motivación, aprendizaje de metodología y emotividad; sin embargo, en contenidos, en los referidos a materia y energía, quedan mermados, seguramente por una deficiente formación en contenidos fisicoquímicos.

Palabras clave: Trabajos de campo; Enseñanza de las Ciencias Experimentales; egagrópilas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La replicación de experimentos, a ser posible con resultado espectacular y con relativa rapidez, puede provocar la motivación en los/as estudiantes, de tal manera que se estimule la generación de preguntas y como consecuencia la búsqueda de la información, y/o el diseño de investigaciones necesarias para progresar en el conocimiento.

La sorpresa, la alerta, es causa de curiosidad, de atención, de preguntas, una de las condiciones fundamentales de la motivación para conseguir el aprendizaje (Mora, 2013); la sorpresa provoca en el aprendiz motivo de preguntas y de descubrimiento, estimulando las capacidades de cada persona en el proceso, de forma continuada y preferiblemente aumentando gradualmente las dificultades, permitiendo de esta manera logros progresivos intermedios (Mallart i Navarra, 2005).

Por ello, este tipo de planteamiento experimental, el que conlleva sorpresa, parece ser uno de los elementos motivadores con mayor eficacia del que se dispone desde las ciencias (Lozano, 2012; Torres, 2013). Pero estos experimentos han de sugerir preguntas a las que responder para dar el sentido educativo que se pretende. Para algunos autores (Alonso-Tapia, 2005) el propio planteamiento de problemas puede ser causa de motivación, que también se ayuda con la novedad, con la sorpresa. Una desventaja para el mantenimiento de la espectacularidad es el desgaste por repetitividad, disminuye la curiosidad y por lo tanto la motivación hacia el aprendizaje.

Otro aspecto motivante para el alumnado de Magisterio es que lo aprendido sea funcional, es decir, que exista la posibilidad de llevar a cabo la actividad aprendida con su alumnado en un futuro (Alonso Tapia, 2005, 2).

Los problemas han de estar organizados y enmarcados en un sistema de contenidos relacionados con principios, o mejor una teoría. A partir de estos conceptos organizadores se han de estructurar el resto y, fundamentalmente, aquellos que tienen que ver con la complejidad de las relaciones. Por ejemplo, en los ecosistemas, nos referiríamos a los factores bióticos y abióticos, al ciclo de la materia y el flujo de la energía, etc., es decir, cómo influyen o son influidos, unos por otros, en un marco sumamente complejo con gran número de interacciones.

Los objetivos pretendidos mediante esta actividad clásica, en entornos indagativos, se centra en: ayudar a diferenciar entre una opinión, una prueba y una evidencia; reforzar la comprensión de conceptos y procesos trabajados en niveles educativos anteriores; comprensión de que el conocimiento científico es tentativo en sus teorías; valorar la Influencia de la sociedad en la ciencia y viceversa, mediante ejemplos de debate; importancia de la inversión económica y la promoción del uso del conocimiento científico para tomar decisiones; y la utilización de fuentes fiables en los debates.

DIVERSOS USOS DE LAS EGAGRÓPILAS

Diversos autores como Chaline, Baudvin, Jammot y Saint Girons (1974), Álvarez y Carrasquer (1987), BioSITE (2004), Akerson, Nargund-Joshi, Weiland, Pongsanon y Avsar (2014), Chi y Reisman (2014), Gill y Vaux (2018), Lederman (2018), Jiménez-Liso, Gómez-Macario, Martínez-Chico, Garrido-Espeja y López-Gay (2020), utilizan las egagrópilas con diversos objetivos y pretensiones. Desde la primera cita a la última, hay un cambio sustancial de planteamiento y toda una secuencia sin fronteras delimitadas entre todas ellas, un continuo prácticamente sin ningún parecido entre ellas.

Otros autores (Kamberelis y Wehunt, 2012) utilizan una actividad con egagrópilas, no tanto para su utilización biológica o ambiental, sino desde un ámbito del estudio del lenguaje, del discurso híbrido de los roles sociales y su interés para la didáctica de las ciencias y para valorar los razonamientos utilizados por los estudiantes (Kelly, 2012).

Desde el exclusivo uso para la identificación de las especies presentes en los paisajes de caza de la lechuza, propio del quehacer científico-zoológico y la propuesta de su transposición didáctica a las aulas de Educación Secundaria sugerida por la Sra. Frochot en 1969, se considera un avance en su planteamiento como programas guía de actividades y, recientemente, su utilización para comprender la naturaleza de la ciencia. El uso de las egagrópilas provoca sorpresa y en la mayoría de las ocasiones la motivación hacia el aprendizaje.

Pero la motivación no es suficiente. En las actividades que se pretende una posterior discusión argumentada de problemas sociales o ambientales, es preciso disponer "de un bagaje de conocimientos para poder formular argumentos pertinentes, suficientes y fuertes que adecuen la argumentación a la intención comunicativa" (Canals, 2007, 52). En este caso se considera fundamental la identificación de las presas de la lechuza hasta el punto de que permita la construcción de una red trófica que facilite la comprensión del ciclo de la materia en la naturaleza.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia que se presenta en esta comunicación se realizó con 66 estudiantes (tres grupos de prácticas) de Magisterio Ed. Primaria en la asignatura Didáctica del medio biológico y geológico de la Universidad de Zaragoza. Se utilizaron planteamientos de indagación, a partir de restos animales encontrados en el campo. Para ello se diseñó una salida al medio natural próximo con el objetivo de que el alumnado, distribuido en equipos, elaborara una actividad práctica en el marco del curriculum de Educación Primaria (6-12 años), de contenido voluntario, para llevar a cabo con su futuro alumnado. Se les pidió que se fijaran en todos los elementos del ecosistema con el objetivo de buscar recursos que les sirvieran, como docentes, para trabajar contenidos sobre el medio. Previamente, el profesorado de la asignatura depositó suficiente cantidad de egagrópilas de lechuza común, en el itinerario por el que iban a pasar los estudiantes, en una ubicación acorde, para que el alumnado las encontrara en esa búsqueda de recursos de aprendizaje. Una vez recogidas, se reservaron para un posible trabajo posterior en el laboratorio.

Ya en el laboratorio y en el transcurso de una primera actividad de elección de contenidos voluntarios, por cada equipo de trabajo, para el diseño de una actividad práctica dirigida a niños/as de Ed. Primaria, el profesorado sugiere como segunda actividad, y para toda la clase, el estudio de los restos encontrados.

La primera pregunta realizada a los estudiantes, con los restos presentes delante de los puestos del laboratorio, fue ¿qué certezas tienes acerca de los objetos encontrados? Los estudiantes trabajaron en pequeño grupo (2-3), pero sus contestaciones fueron individuales (Figura 1). Transcurridos 15 minutos, se realizó otra pregunta, ¿qué preguntas te haces ante la observación de estos objetos teniendo en cuenta dónde los encontramos? (Figura 2); mediante similar secuencia se les hizo la tercera, ¿cómo podemos dar respuesta a vuestras preguntas y qué necesitaremos? (Figura 3). La respuesta generalizada (discusión verbal en grupo) fue que debían abrir los restos, por lo que en la siguiente sesión (otras dos horas), cada estudiante procedió a abrir el material que previamente había medido, dibujado o fotografiado.

Una vez que los restos separados y seleccionados, fundamentalmente óseos, fueron extraídos los estudiantes respondieron acerca de si disponían de más información para mejorar alguna de las preguntas anteriormente realizadas acerca del origen de los restos y de su composición (Figuras 4 y 5).

Los resultados se categorizaron en una hoja Excel a partir de las respuestas del alumnado recogidas a través de un cuestionario en papel (https://cutt.ly/yysXLN2).

En una sesión posterior, se identificaron los restos mediante claves dicotómicas y se determinaron las espe-

cies, con indicación de nombre común (identificación de género taxonómico, coincidente con nombre común de la especie), así como los huesos más importantes aparecidos, mediante comparación con los del esqueleto humano. Posteriormente se agruparon los datos de todos los estudiantes participantes en la actividad. Se consideró importante la identificación de las especies encontradas en el interior de las egagrópilas, dado que era fundamental para la búsqueda bibliográfica acerca del tipo de alimentación de cada una de las especies encontradas, si eran roedores, insectívoros, aves, etc., enriqueciendo la actividad acerca de la diversidad de especies y haciendo patente la posibilidad de su identificación mediante procedimientos establecidos por la comunidad científica. Se identificó el posible depredador al que pertenecían los restos, en función de diversas variables, forma y tamaño de la egagrópila, contenidos hallados y lugar donde se recogió.

En otra sesión de trabajo, se reconstruyó una red trófica del lugar dónde vivía la lechuza y también su paisaje de caza, todo ello mediante consulta bibliográfica y con el apoyo de toda la información recogida del análisis de los restos. Los materiales escritos y gráficos necesarios para realizar la actividad los tenían disponibles en la página https://egagropilas.unizar.es, a la que el alumnado tenía acceso mediante un nombre de usuario y clave de identificación, para poder así tener conocimiento de su uso por parte del profesorado (Carrasquer, Carrasquer, Ponz y Munárriz, en prensa).

A lo largo de todo el desarrollo de la actividad, el alumnado elaboró un cuaderno de campo y se dialogó con ellos, en ocasiones de forma grupal y en otras individualmente. Asimismo, al terminar la actividad, se pidió a los estudiantes sus opiniones sobre la actividad llevada a cabo (Tabla 1).

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio. Los datos que se proporcionan deben ser entendidos como resultados preliminares de dicho estudio.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en función de las preguntas realizadas por el alumnado en el aula quedan recogidos en las Figuras 1-5. Ante la incertidumbre de la primera pregunta, se les puso como ejemplo el color de los restos, induciendo a que fuera la respuesta mayoritaria (Figura 1).

Figura 1. Respuestas a la pregunta ¿Qué pruebas tienes acerca de los restos encontrados?

La pregunta más frecuente que se hicieron los estudiantes sobre las egagrópilas se centró en averiguar el tipo de animal que las había producido (Figura 2). La mayoría de ellos estableció que la mejor forma de contestar su pregunta era desmenuzándolas y analizándolas (Figura 3) y, posteriormente, tras abrirlas y estudiarlas, llegaron a la conclusión mayoritaria de que era un ave carnívora (Figura 4). Además, un alto porcentaje de ellos, confirmaron descubrir que contenían restos óseos de roedores (Figura 5).

Asimismo, se pidió al alumnado que valorara esta experiencia práctica mediante, entre otras, las preguntas indicadas en la Tabla 1.

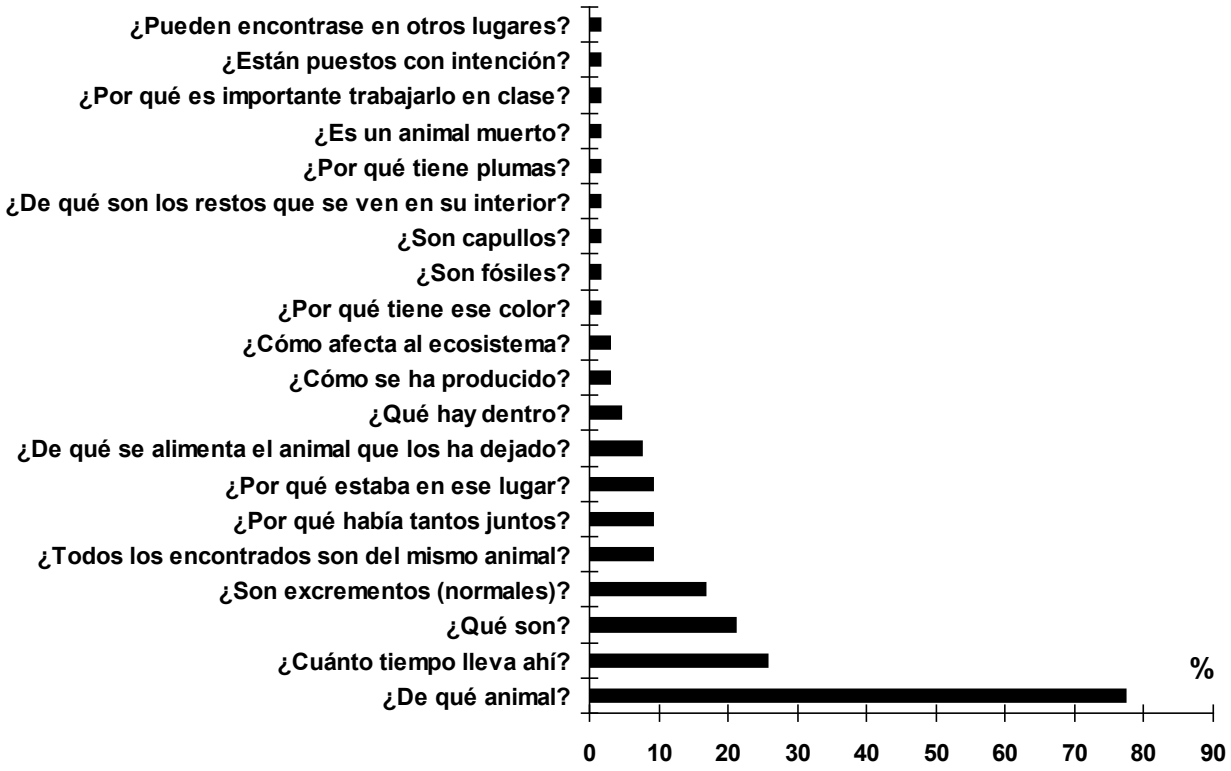


Figura 2. Respuestas a la pregunta ¿Qué preguntas te haces sobre ellos?

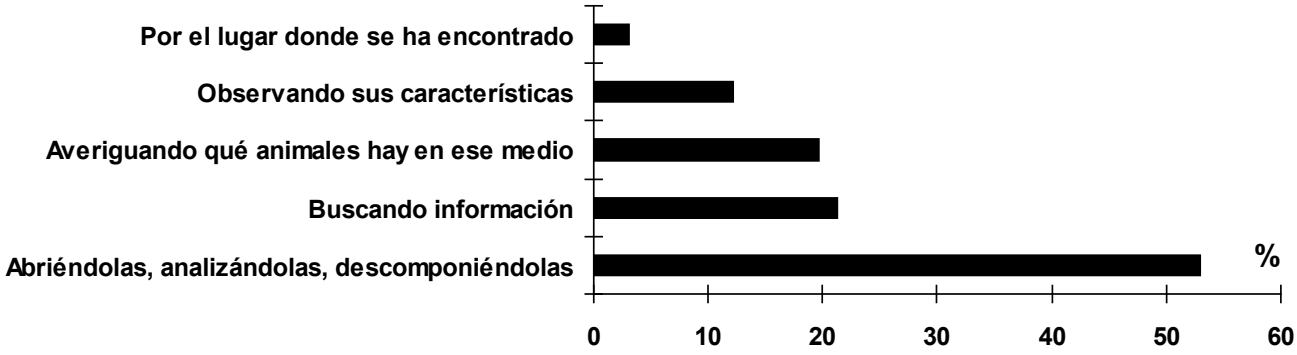


Figura 3. Respuestas a la pregunta ¿Cómo se pueden responder tus preguntas?

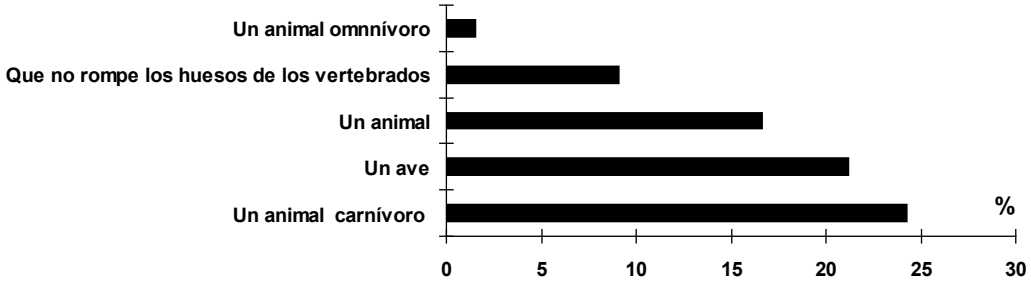


Figura 4. Respuestas a la pregunta ¿Después de haber abierto el resto, que más pruebas tienes?

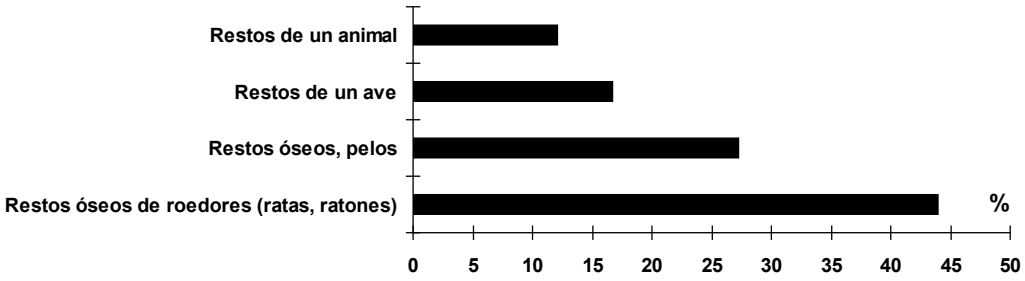


Figura 5. Respuestas a la pregunta ¿Sabes algo más de lo que había en el interior?

Tabla 1. Respuestas del alumnado a la pregunta: "El trabajo en entornos de indagación para comprender el funcionamiento de un ecosistema mediante el trabajo con egagrópilas puede ayudar a los futuros docentes a" (modelo de encuesta modificada de Chrobak y Prieto, 2010; V% = porcentaje de estudiantes que contestan verdadero, F% = contestan falso, NC% = no contestan):

		V%	F%	NC%
1	Actuar como facilitador, orientador, tutor, guía, co-aprendiz o asesor	96	-	4
2	Desafiar a los/las estudiantes con situaciones problemáticas	89	6	5
3	Ratificar la existencia de objetivos de aprendizaje adecuados al nivel de desarrollo de los estudiantes	83	11	6
4	Orientar la falta de conocimientos y habilidades hacia la mejora (evaluación formativa)	94	2	4
5	Estimular el trabajo interdisciplinario	79	17	4
6	Diseñar la enseñanza basada en problemas abiertos	79	17	4
7	No ver a los/las estudiantes como "recipientes vacíos" o receptores pasivos de información	91	4	5
8	Evitar el exceso de lecciones magistrales	91	4	5
9	Interactuar con los/las estudiantes, quienes le ofrecen retroalimentación	79	15	6
10	Comprometer a los/las estudiantes a participar activamente en la resolución de problemas	94	2	4
11	Comprometer a los/las estudiantes a identificar necesidades de aprendizaje, investigar, aprender, aplicar y resolver problemas	94	2	4

CONCLUSIONES

El alumnado, generalmente, no es experto en trabajar con metodologías de indagación. Se pone de manifiesto en la incertidumbre que tienen a la hora de preguntar o incluso a la hora de responder. Temen que sus respuestas correctas o incorrectas sean utilizadas para su evaluación, en lugar de lo que realmente considera el profesorado, su capacidad de hacer y responder preguntas sobre el problema a investigar, dado que, en las entrevistas, manifiestan que dudan esencialmente por ser juzgados. Este problema se resuelve con las posteriores preguntas y respuestas. Es recomendable un entrenamiento previo (Joyce, Weil, y Calhoun, 2002).

El alumnado es capaz de proponer procesos, identificar restos y especies sin ninguna dificultad, y esto les resulta muy satisfactorio; reconstruyen un ecosistema basado en redes y cadenas tróficas, encontrando significación a contenidos aprendidos de forma memorística (conclusiones de sus respuestas en entrevistas y pruebas de evaluación).

Sin embargo, no comprenden los conceptos de materia y energía en el ecosistema. No asocian la materia orgánica como un reservorio de energía y no valoran significativamente el protagonismo del sol como fuente primaria de la vida en la Tierra (Bravo y Jiménez, 2014), afirmación puesta de manifiesto en las pruebas de evaluación de la materia.

Los estudiantes valoran el trabajo individual porque estimula el esfuerzo. Consideran esta experiencia de investigación como un buen recurso didáctico, por su motivación y contenidos aprendidos, y por su posibilidad de implementarla, como docentes, en el aula de Educación Primaria. Sin embargo, algunos consideran que el trabajo colectivo en el aula, en grupo, aplicado en exceso tiene algunos inconvenientes (Reyes y Piñero, 2012), porque provoca, según parte de nuestro alumnado, una falta de pensamiento intelectual individual que puede dar lugar a un camuflaje intelectual individual, al disminuirse el esfuerzo personal y la reflexión individual, potenciando la ausencia de esfuerzo por comprender y elaborar un discurso personal propio aceptable.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto EDU2016-76743-P (Ministerio de Economía y Competitividad) y CienciaTE3 (2018-B001; Fundación Universitaria Antonio Gargallo). Los autores son miembros del Grupo de Referencia Beagle de investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (SR27-20R) financiado por el Gobierno de Aragón y cofinanciado con FEDER 2021-2027 “Construyendo Europa desde Aragón” (Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akerson, V. L., Nargund-Joshi, V., Weiland, I., Pongsanon, K. y Avsar, B. (2013). What Third-Grade Students of Differing Ability Levels Learn about Nature of Science after a Year of Instruction. *International Journal of Science Education*. DOI: 10.1080/09500693.2012.761365

Alonso-Tapia, J. (2005). Motivación para el aprendizaje: La perspectiva de los alumnos. En Ministerio de Educación y Ciencia (Ed.), *La orientación escolar en centros educativos* (pp. 209-242). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Álvarez, M. V. y Carrasquer, J. (1987). El método científico aplicado a una experiencia de Ciencias Naturales. *A Tres Bandas*, 0, 13-19.

BioSITE. (2004). *Students Investigating Their Environment*. Santa Clara, California: Children’s Discovery Museum of San Jose.

Bravo, B. y Jiménez, M. P. (2014). Articulación del uso de las pruebas y el modo de flujo de energía

en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 425-442.

Canals, R. (2007). La argumentación en el aprendizaje del conocimiento social. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 49-60.

Carrasquer, J., Carrasquer, B. Ponz, A. y Munárriz, R. (en prensa). Generación de ecosistemas virtuales como facilitadores de herramientas de discusión para la resolución de problemas de salud ambiental. *X Jornada de Buenas Prácticas en la Docencia Universitaria con Apoyo de TIC*, 9 de septiembre 2019. Zaragoza: Cátedra Santander, Universidad de Zaragoza.

Chaline, J., Baudvin, H., Jammot, D. y Saint Girons, M. Ch. (1974). *Les Proies des rapaces: petits mammiferes et leur environnement*. Paris: Doin.

Chi, B., Reisman, L. y Chung, J. (2014). *BioSITE Summative Evaluation. A report submitted to Children's Discovery Museum by The Research Group, The Lawrence Hall of Science*. Berkeley: University of California.

Chrobak, R. y Prieto, A. B. (2010). La Herramienta UVE del conocimiento para favorecer la creatividad de docentes y estudiantes. *Anales de Psicología*, 26 (2), 259-266.

Gill, P. y Vaux, N. (2018). Fleshing out the owl pellet: Making connections to STEM education with pre-service teachers. *National Teacher Education Journal*, 11(3), 101-105.

Jiménez-Liso, M. R., Gómez-Macario H., Martínez-Chico M., Garrido-Espeja A. y López-Gay R. (2020). Egagrópilas como fuente de pruebas en una indagación. Percepciones de los estudiantes sobre lo que aprenden y sienten. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17 (1), 1203. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1203

Joyce, B., Weil, M. y Calhoun E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Barcelona: Gedisa.

Kamberelis, G. y Wehunt, M. D. (2012). Hybrid discourse practice and science learning. Cultural Studies of Science Education, 7(3), 505-534.

Kelly, G. J. (2012). Expanding discurse repertoires with hybridity. Cultural Studies of Science Education, 7(3), 535-539. DOI: 10.1007/s11422-012-9397-z

Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias*, 36 (2), 5-22.

Lozano, O. (2012). *La ciencia recreativa como herramienta para motivar y mejorar la adquisición de competencias argumentativas* (Tesis doctoral). Valencia: Universidad de Valencia.

Mallart i Navarra, J. (2005). Didàctica de la motivación com a motor de l'aprenentatge en una pedagogia humanista. *Revista Catalana de Pedagogia*, 4, 75-99.

Mora, F. (2013). *Neuroeducación, solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.

Reyes, M.M. y Piñero, R. (2012). Estudio sobre el trabajo en grupo en la Universidad de Sevilla. En *II Jornadas de Innovación Docente. Prácticas Innovadoras en Docencia Universitaria*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Facultad de Ciencias de la Educación.

Torres, T. (2013). *Preguntas de los estudiantes sobre dispositivos experimentales en distintas situaciones didácticas: Génesis y tipología* (Tesis doctoral). Valencia: Universidad de Valencia.

P.15 Importancia del énfasis curricular en Ciencia, Tecnología y Sociedad en el uso del enfoque didáctico de contextualización. Actitudes de profesorado en formación inicial

Cristina García-Ruiz,[1] Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.
crisgarcia@uma.es

RESUMEN

La relación entre el mundo real y los contenidos que habitualmente se trabajan en las materias de ciencias queda a menudo difusa para el alumnado, dificultando la transferencia del conocimiento científico. Esta brecha entre conceptos abstractos y vida cotidiana puede reducirse con el uso del contexto, que mejora los resultados de aprendizaje y motiva al alumnado. Este trabajo presenta las actitudes sobre el énfasis docente en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y su relación con el enfoque didáctico de contextualización. A través de un cuestionario de escala tipo Likert, analizamos las respuestas de 15 profesores/as de Física y Química en formación inicial, que reconocen la importancia del énfasis curricular y el uso de problemas sociales. Finalmente, discutimos la necesidad de incentivar programas de formación específicos en el uso del contexto que garanticen una correcta aplicación en el aula.

Palabras clave: actitudes del profesorado; énfasis curricular; enfoque didáctico de contextualización; formación inicial del profesorado; educación secundaria

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la alfabetización científica se ha convertido en uno de los grandes retos de la sociedad. La formación de ciudadanos responsables está estrechamente vinculada a una educación científica de calidad, que proporcione las herramientas y habilidades necesarias para poder realizar una toma de decisiones crítica dentro de un contexto social, adaptándose a los desafíos de un mundo que cambia rápidamente (Maienschein et al., 1998). Para ello, se requiere de un cambio docente, en el que se desarrollen nuevas estrategias y enfoques relacionados tanto con las habilidades personales como profesionales, que permitan a los estudiantes adquirir una comprensión adecuada de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (en adelante CTS), que sea aplicable a situaciones cotidianas y contribuya a su desarrollo personal e integración activa en la sociedad, como ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente (Boerwinkel, Yarden, y Waarlo, 2017; European Commission, 2014)2003, and 2006 have each consisted of units made up of a real world context involving Science and Technology, about which students are asked a number of cognitive and affective questions. This article discusses a number of issues from this use of S&T contexts in PISA and the implications they have for the current renewed interest in context-based science education. Suitably chosen contexts can engage both boys and girls. Secondary analyses of the students' responses using the contextual sets of items as the unit of analysis provides new information about the levels of performance in PISA 2006 Science. Embedding affective items in the achievement test did not lead to gender/context interactions of significance, and context interactions were less than competency ones. A number of implications for context-based science teaching and learning are outlined and the PISA 2006 Science test is suggested as a model for its assessment. (Contains 3 tables..

En este marco educativo, los docentes no solo requieren de un conocimiento sólido del contenido, sino que necesitan involucrarse en el diseño y la práctica del proceso de enseñanza, lo que lleva asociado numerosas responsabilidades (Slavit, Nelson, y Lesseig, 2016); desde su papel de guía, se espera que ayuden a su alumnado al desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y toma de decisiones o al uso de herramientas TIC, potenciando así las habilidades propias de una ciudadanía responsable (European Commision, 2015).

El enfoque de contextualización en la enseñanza de las ciencias

Uno de los enfoques didácticos que favorece el desarrollo de estas relaciones CTS es el de contextualización, que emplea situaciones o problemas de la vida real para facilitar su uso como punto de partida en el desarrollo de ideas científicas para abordar no solo las competencias de los estudiantes, sino también sus conocimientos y actitudes (OECD, 2017).

No obstante, a pesar de las ventajas reconocidas de la enseñanza de las ciencias en contexto (Keys et al., 2001; Schwartz et al., 2004), y aunque a menudo bien acogido por los docentes, la inherente complejidad de trasladar problemas reales al aula dificulta en gran medida su implementación, con algunas otras limitaciones asociados a su práctica, como el tiempo de aplicación en el aula, el perfil del alumnado, la escasez de materiales y recursos, o la insuficiente capacitación docente para ponerlo en práctica (Aramendi et al., 2018), entre otros. Por otro lado, además de esta complejidad intrínseca, las propias creencias que el profesorado construye entorno a la contextualización condiciona su propia práctica docente, por lo que es fundamental conocer las actitudes y analizar su influencia para la mejora de programas de formación que presten especial atención al desarrollo profesional docente, otorgando las competencias profesionales necesarias para la buena práctica educativa (Schleicher, 2011).

Competencias docentes para la enseñanza basada en la contextualización

Para la enseñanza de las ciencias basada en el enfoque de contextualización, la competencia docente, que alberga dimensiones afectivas, cognitivas y conductuales, puede considerarse como un punto de partida para crear e investigar experiencias basadas en el contexto.

En la literatura se distinguen varias competencias docentes asociadas al uso del enfoque de contextualización, tales como "uso del contexto", "regulación" y "énfasis" (de Putter-Smits, 2012). Así, en lo relativo a "uso del contexto", el docente ha de estar familiarizado con el mismo, para poder establecer así conceptos científicos, siendo además consciente de la necesidad de transferencia de los mismos a otros posibles escenarios (Gilbert, 2006). Por otro lado, al hablar de "regulación", y desde un punto de vista constructivista en la que el alumnado construye su propio conocimiento, entendemos la capacidad del docente para regular el aprendizaje de su alumnado, a través de actividades específicas (Bybee, 2002). Finalmente, para facilitar el aprendizaje de conceptos mediante este enfoque, es necesario un "énfasis" de enseñanza diferente al habitual en la educación científica tradicional (Gilbert, 2006).

Énfasis curricular en CTS

Según la definición de Roberts (1982), podemos entender el énfasis curricular como "un conjunto coherente de mensajes para el estudiante sobre ciencia [...]. Dichos mensajes constituyen objetivos que van más allá del aprendizaje de los hechos, principios, leyes y teorías del tema en sí, objetivos que proporcionan respuestas a la pregunta del alumno: ¿por qué estoy aprendiendo esto? (p. 245). A partir de esta definición, van Driel, Bulte, y Verloop (2005) describen hasta tres tipos de énfasis: (i) un énfasis en ciencias fundamentales (CF) en el que las nociones teóricas se enseñan primero porque pueden proporcionar una base para comprender el mundo natural y son necesarias para la educación futura de los estudiantes; (ii) un énfasis en el desarrollo del conocimiento en ciencias (DCC) en el que los estudiantes deben aprender cómo se desarrolla el conocimiento en ciencias en contextos socio-históricos, para que aprendan a ver la ciencia como un sistema de conocimiento determinado culturalmente, que se desarrolla constantemente; y (iii) un énfasis en ciencia, tecnología y sociedad (CTS) en el que los estudiantes deben aprender a comunicarse y tomar decisiones sobre cuestiones sociales que involucran aspectos científicos.

Estudios como el realizado por Vos, Taconis, Jochems, y Pilot (2010) han demostrado la utilidad de aplicar el énfasis en DCC o CTS en la enseñanza de las ciencias basada en el contexto, pudiendo así tipificar las intenciones de los docentes en el aula en base ello.

Actitudes docentes sobre el uso del enfoque de contextualización

El uso generalizado en la enseñanza de las ciencias de un enfoque de contextualización supone una innovación curricular que requiere un cambio pedagógico que a menudo está asociado a una serie de actitudes, que si bien son eminentemente positivas, en ocasiones condicionan de forma negativa su práctica. Aunque las referencias que aparecen en la literatura al respecto se limitan a evaluar programas de formación docente, sí se logran identificar algunos aspectos clave, como el temor a carecer de las habilidades y conocimiento necesarios para enseñar ciencia en contexto o la convicción de que el uso de contextos de la vida diaria merme los contenidos curriculares o resulte en una falta de profundidad en los mismos (Bennett et al., 2005). Es por ello que varios estudios han señalado la importancia de implicar a los docentes en el diseño, implementación y evaluación de sus propias propuestas, mediante el apoyo continuo de programas de desarrollo profesional docente (Lupión-Cobos et al., 2017).

Dadas las dificultades asociadas al uso del enfoque CTS (Solbes et al., 2001) y la formación del profesorado (Lupión-Cobos y Blanco-López, 2016), este trabajo tiene por objeto establecer las relaciones entre las actitudes del profesorado de ciencias en formación inicial y el enfoque de contextualización, a través del análisis del nivel de énfasis curricular en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), lo que permitirá orientar y promover esta estrategia metodológica en el aula de secundaria.

METODOLOGÍA

Los participantes de este estudio han sido 15 estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga, pertenecientes a la especialidad de Física y Química. Para identificar las preferencias sobre el énfasis curricular de este profesorado en formación inicial se ha utilizado el "Cuestionario de Énfasis Docente" (de Putter-Smits, 2012; de Putter-Smits et al., 2013), una versión adaptada y validada del cuestionario original desarrollado por van Driel, Bulte, y Verloop (2008). El instrumento cuenta con un total de 38 preguntas sobre educación científica en general y 16 específicas de Física y Química, todas ellas siguiendo una escala tipo Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo; 2: en desacuerdo; 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4: de acuerdo; 5: completamente de acuerdo). Las preguntas analizadas del cuestionario general correspondientes al énfasis CTS se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Preguntas sobre énfasis curricular CTS

P1. Creo que una parte importante de la educación en ciencias es que los estudiantes aprendan a argumentar sobre temas sociales en los que se encuentren implicadas materias de carácter científico.
P2. Creo que es importante que en mis clases se discutan temas sociales actuales que involucren a mi asignatura de ciencias.
P3. Para mí es importante que los estudiantes sean capaces de trabajar en tareas que se refieran a temas y problemas relevantes en la sociedad.
P4. Creo que es una labor importante de la educación en ciencias que los estudiantes aprendan a usar el conocimiento de mi asignatura cuando tomen decisiones personales sobre, por ejemplo, alimentación, salud o uso de la energía.
P5. Creo que es importante que en mis clases se traten los pros y contras que se plantean en la sociedad para el desarrollo de nuevos productos (como medicamentos o reproductores de MP3).
P6. Creo que es una labor importante de la educación en ciencias que los estudiantes aprendan cómo la economía (producción rápida y a gran escala) se combina con las preocupaciones por el medio ambiente y la seguridad.
P7. Creo que es importante que en mis clases se aborde la relación entre conocimiento científico y problemas sociales relevantes.
P8. Creo que una labor importante de la educación en ciencias es que los estudiantes aprendan a usar el conocimiento científico para plantear opiniones personales sobre problemas sociales como el consumo de combustibles fósiles.
P9. Creo que es importante que los estudiantes busquen información valiosa de mis asignaturas de ciencias que sea relevante para asuntos personales, tales como la salud.
P10. Creo que los resultados de aprendizaje exigidos en el ámbito de mi asignatura deberían estar basados en el análisis de situaciones sociales en las que mi asignatura desempeña un papel importante.
P11. En mis clases, preferiría usar contextos sociales para mostrar la importancia de mi asignatura de ciencias.
P12. En mis clases, me gustaría dejar claro el papel que tienen los productos (conocimientos y procedimientos) científicos en la vida diaria de los estudiantes.

RESULTADOS

Para facilitar el análisis, se han clasificado las preguntas relacionadas con el énfasis CTS en dos sub-categorías: (i) preguntas relacionadas con el uso de contextos y problemáticas sociales (**P1-**

P3, **P6-P8**, **P10** y **P11**), y (ii) preguntas relacionadas con aspectos personales y de la vida diaria (**P4**, **P5**, **P9** y **P12**). La figura 1 muestra los resultados de las preguntas relacionadas con contextos y problemáticas sociales.

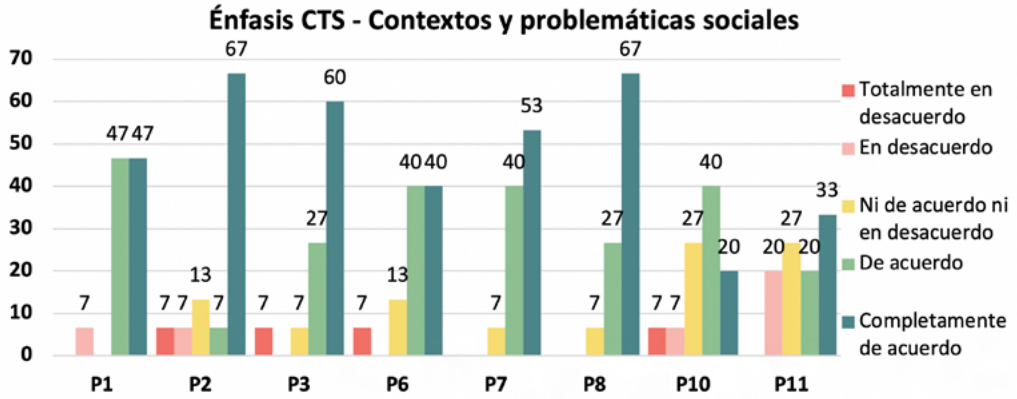


Figura 1. Preguntas sobre énfasis curricular CTS y contextos y problemas sociales (datos expresados en porcentaje de estudiantes)

Teniendo en cuenta el sentido afirmativo de las preguntas, hemos considerado como positivas aquellas respuestas que engloban las opciones "de acuerdo" y "completamente de acuerdo". El 94% de estudiantes reconoce la importancia de aprender a argumentar sobre temáticas sociales relacionadas con la ciencia (P1) y que se discutan en clase (74%) (P2). Además, un 87% encuentra interesante trabajar este tipo de temáticas en el aula. Por otro lado, hasta un 93% reconoce la importancia de vincular el conocimiento científico con temáticas sociales relevantes (P7), como la influencia económica-medioambiental (80% para P6) o el uso de combustibles fósiles (93% para P8). Sin embargo, sólo un 60% de los estudiantes considera que los resultados de aprendizaje deberían estar relacionados con el análisis de situaciones sociales (P1O) y un 53% muestra una preferencia por usar contextos sociales en sus clases (P11).

La figura 2 muestra los resultados de aquellas preguntas relacionadas con aspectos personales y de la vida diaria. Más del 80% de estudiantes considera importante vincular el conocimiento científico adquirido en las asignaturas de ciencias con la toma de decisiones en cuestiones personales (93% para P4, 93% para P9 y 80% para P12). Sin embargo, este porcentaje disminuye hasta el 74% al preguntar sobre la importancia de tratar los pros y contras de este tipo de temáticas en clase (P5).

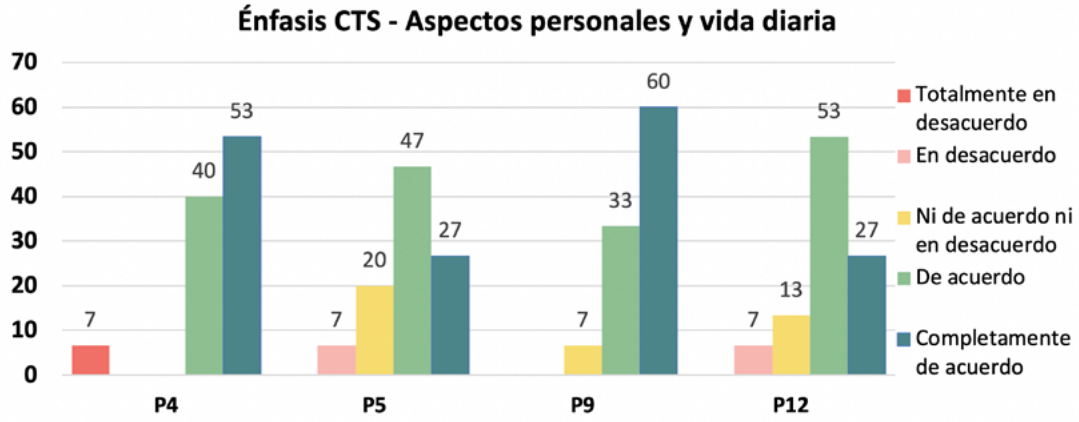


Figura 2. Preguntas sobre énfasis curricular CTS y aspectos personales de la vida diaria (datos expresados en porcentaje de estudiantes)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en torno a las actitudes en cuanto al énfasis curricular señalan la gran importancia otorgada al uso de problemas sociales y de la vida diaria, con una amplia mayoría resaltando la relevancia de este tipo de temáticas para el desarrollo del pensamiento crítico. No obstante, apreciamos un escaso compromiso en su aplicación, con sólo un 53% de los estudiantes mostrando una preferencia por su uso. Este reducido porcentaje puede deberse a la falta de formación relativa al reconocimiento del tipo de énfasis así como a la estrategias y actividades a aplicar en su práctica docente, que requiere de un proceso previo de aprendizaje (van Driel et al., 2005). Adicionalmente, queremos resaltar los resultados obtenidos sobre el uso de la argumentación, que, si bien como estrategia metodológica se encuentra contemplada en su práctica por un 94% de estudiantes, sólo un 74% identifica como necesario tratar los pros y contras de este tipo de temáticas en clase. Ello pone de manifiesto, nuevamente, un cierto grado de desconocimiento sobre la práctica argumentativa y su relación con los problemas socio-científicos, en la que resulta fundamental conocer los elementos propios para elaborar un discurso crítico y coherente.

Aunque los resultados cuantitativos obtenidos proporcionan una aproximación a las actitudes entorno al énfasis curricular, no obstante, somos conscientes de las limitaciones propias del estudio realizado. Por una parte, el reducido número de participantes se convierte en una restricción habitual en estudios de posgrado como el Máster en Profesorado, impidiendo la posibilidad de extraer conclusiones más generales. Además, consideramos la influencia debida el instrumento de análisis utilizado, que, aunque validado por expertos, limita a una escala tipo Likert las respuestas entorno a las actitudes de los docentes en formación inicial, difuminando la complejidad del propio término.

Por todo ello, aunque satisfactorios, estos resultados nos alientan a seguir profundizando en el análisis de las actitudes hacia el énfasis CTS, con futuros estudios que complementen el instrumento utilizado con entrevistas semi-estructuradas que permitan evaluar las dimensiones afectivas y cognitivas de dichas actitudes, y realizar comparativas con las otras dos tipologías de énfasis curricular descritas, relacionadas con las ciencias fundamentales (CF) y con el desarrollo del conocimiento en ciencias (DCC). Asimismo, encontramos indispensable continuar haciendo hincapié en la formación del profesorado en el uso del enfoque de contextualización, ayudándole en el diseño y desarrollo de unidades basadas en el contexto y proporcionándole las herramientas necesarias para que sea implementado con la confianza y seguridad que garantice su éxito.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto de I+D de Excelencia “Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en 2017. La Dra. García-Ruiz agradece al Plan Propio de la Universidad de Málaga la “Ayuda para incorporación de doctores” recibida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aramendi, P., Arburua, R. M., y Buján, K. (2018). El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria. *Revista de Investigacion Educativa*, *36*(1), 109–124. https://doi.org/10.6018/rie.36.1.278991

Beijaard, D., Verloop, N., y Vermunt, J. D. (2000). Teachers’ prespectives of proffesional identity: an exploratary study from a personal knowledge perspective. *Teaching and Teacher Education*, *16*(7), 749–764. https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00023-8

Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I., y Waddington, D. (2005). Context-based and conventional approach-

es to teaching chemistry: comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*, *27*(13), 1521–1547. https://doi.org/10.1080/09500690500153808

Boerwinkel, D. J., Yarden, A., y Waarlo, A. J. (2017). Reaching a consensus on the definition of genetic literacy that is required from a twenty-first-century citizen. *Science and Education*, *26*, 1087–1114. https://doi.org/10.1007/s11191-017-9934-y

Bybee, R. W. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. En R. W. Bybee (Ed.), *Learning Science and the Science of Learning: Science Educators' Essay Collection* (pp. 25–35). NSTA.

de Putter-Smits, L. G. A. (2012). *Science teachers designing context-based curriculum materials: developing context-based teaching competence* [Technische Universiteit Eindhoven]. https://doi.org/10.6100/IR724553

de Putter-Smits, L. G. A., Taconis, R., y Jochems, W. M. G. (2013). Mapping context-based learning environments: The construction of an instrument. *Learning Environments Research*, *16*(3), 437–462. https://doi.org/10.1007/s10984-013-9143-9

European Commision. (2015). *Science education for responsible citizenship*. https://doi.org/10.2777/12626

European Commission. (2014). *EU skills panorama. STEM skills analytical highlight*.

Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 884–896. https://doi.org/10.1002/tea.20334

Gilbert, J. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International Journal of Science Education*, *28*(9), 957–976. https://doi.org/10.1080/09500690600702470

Keys, C. W., Bryan, L. A., y Hall, A. (2001). *Co-constructing inquiry-based science with teachers : essential research for lasting reform*. *38*(6), 631–645. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.1023

Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, A. (2016). Reflexión sobre la práctica de profesorado de ciencias de secundaria en un programa formativo en torno a la competencia científica. *Revista Electronica Intenruniversitaria de Formacion de Profesorado*, *19*, 195–206.

Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R., y Blanco-López, Á. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through context-based teaching? A case study. *International Journal of Science Education*, *39*(7), 937–963. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1310412

Maienschein, J., Burger, I., Enshaie, R., Glitz, M., Kevern, K., Maddin, B., Rivera, M., Rutowski, D., Shindell, M., Unger, A., Burough, D., Kesh, A., Martinez, J., Tapia, P., y Williams, S. (1998). Scientific literacy. *Science*, *281*(5379), 917. https://doi.org/10.1126/science.281.5379.917

OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and analytical framework. Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving (revised edition)*. OECD Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264281820-en

Roberts, D. A. (1982). Developing the concept of "curriculum emphases" in science education. *Science Education*, *66*(2), 243–260.

Schleicher, A. (2011). *Building a high-quality teaching profession. Lessons from around the world*. OECD.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., y Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, *88*, 610–645. https://doi.org/10.1002/sce.10128

Slavit, D., Nelson, T. H., y Lesseig, K. (2016). The teachers' role in developing, opening, and nurturing an inclusive STEM-focused school. *International Journal of STEM Education*, *3*(7), 1–17. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0040-5

Solbes, J., Vilches, A., y Gil, D. (2001). El enfoque CTS y la formación del profesorado. In P. Membiela-Iglesia (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnologia-sociedad* (pp. 163–175). Narcea.

van Driel, J. H., Bulte, A. M. W., y Verloop, N. (2005). The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the context of a curriculum innovation. *International Journal of Science Education*, *27*(3), 303–322. https://doi.org/10.1080/09500690412331314487

van Driel, J. H., Bulte, A. M. W., y Verloop, N. (2008). Using the curriculum emphasis concept to investigate teachers' curricular beliefs in the context of educational reform. *Journal of Curriculum Studies*, *40*(1), 107–122. https://doi.org/10.1080/00220270601078259

Vos, M. A. J., Taconis, R., Jochems, W. M. G., y Pilot, A. (2010). Teachers implementing context-based teaching materials: A framework for case-analysis in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *11*, 193–206. https://doi.org/10.1039/c005468m

P.16 ¿Qué intereses tiene el futuro maestro de educación primaria sobre las salidas fuera del aula?: una exploración de sus necesidades educativas.

Hortensia Morón-Monge, Mª del Carmen Morón-Monge y Mª Esther Martín Rubio

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Sevilla
hmoron@us.es

RESUMEN

La formación previa al practicum I, es un momento muy relevante para nuestro maestro de primaria en formación, en la que intentamos de resolver inquietudes, miedos y dudas sobre el periodo de prácticas. Desde el área de la Didáctica de las CC. Experimentales y Sociales trabajamos en conjunto estas cuestiones para dar una visión holística e interdisciplinar a sus demandas formativas. En este contexto, sobre un grupo de alumnos/as durante este periodo formativo exploramos sus necesidades docentes relativas a la importancia que conceden a las salidas fuera del aula para valorar qué dificultades y necesidades educativas demandan y así poder contemplarlas en su formación docente.

Palabras clave: formación de maestros; enseñanza de las ciencias experimentales y sociales; salidas fuera del aula; interdisciplinar.

INTRODUCCIÓN

La comunicación presentada se enmarca durante la "*Formación Previa a las Prácticas externas I*" (FPP) en el Grado de Educación Primaria correspondiente con el curso académico 2019-2020. Este periodo docente dura escasamente un mes el cual transcurre de forma intensa para el alumnado ya que participan seis áreas de conocimiento, distribuidas en sesiones de tres horas por área.

El Prácticum supone un momento de encuentro con la realidad, con los profesionales y los niños/as, con sus propios sentimientos e incluso esperanzas futuras (Latorre, 2007). Es un periodo dentro de su formación sumamente importante en el que además de observar la realidad del aula, pueden intervenir mediante el diseño e implementación de propuestas educativas tanto dentro como fuera del aula.

En este contexto, surge este trabajo en concreto con un grupo de 16 alumnos/as de la FPP dentro del área de la Didáctica de las CC. Experimentales (DCE). Durante este breve periodo configurado por dos sesiones, se explora sus miedos, intereses y expectativas previas, asimismo, indagamos sus necesidades formativas en torno a las salidas fuera del aula. Es concretamente sobre ésta última temática (intereses e importancia de las salidas fuera del aula por el maestro den formación), la que aquí presentamos en este trabajo como un primer diagnóstico de la situación.

Desde nuestra área de la DCE, no son muchos los estudios dirigidos a indagar las necesidades educativas que demanda el maestro en formación durante el periodo de Practicum (Benarroch, 2012). Así mismo lo expresa el trabajo de Doménech, De Pro y Solbes, (2016), pero en el contexto de la educación infantil, cuyos resultados ponen de manifiesto el escaso tratamiento, que concede el maestro en formación, de algunos contenidos científicos, así como la ausencia de actividades claves para aprender ciencias durante el Practicum. Igualmente, en otro estudio más reciente como el de Cruz-Guzmán, Puig y García-Carmona, (2020), señalan la preferencia del maestro en formación por el diseño de actividades experimentales *dirigidas* frente a actividades *libres*, siendo principalmente de carácter conceptual. Como aspecto destacable, en dicho estudio, las actividades fuera del aula son escasamente contempladas (3,1%) por el alumnado. Además, no todas las actividades fuera del aula diseñadas por el maestro en formación tienen el mismo calado en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Así lo registra el estudio de Morón, Hamed y Morón MC (2019), en el que los maestros de primaria en formación siguen diseñando actividades fuera del aula de corte tradicional usando el medio como objeto y no como recurso cuando diseñan itinerarios didácticos.

Teniendo presente este panorama, ¿por qué tiene tan escasa representación en los diseños educativos las salidas fuera del aula por nuestro maestro en formación?, ¿qué interés e importancia otorgan a este tipo de actividades? y/o ¿qué necesidades educativas nos demandan para poderlas llevar a cabo? Estas son algunas de las principales cuestiones que deseamos abordar en este trabajo como estudio preliminar para finalmente, con estos resultados previos profundizar en la temática y validar el instrumento de recogida de datos.

MARCO TEÓRICO

La importancia de las salidas fuera del aula para la enseñanza de las ciencias

Entendemos por salidas fuera del aula en este trabajo como toda actividad educativa fuera del aula, ya sean en espacios más o menos antropizados (desde un parque natural -protegido o no- hasta parques periurbanos, jardines botánicos o espacios industriales y/o agrarios); tanto abiertos como cerrados (museos, casas de la ciencia, acuarios, centros de interpretación patrimonial, etc.) e incluso aquellos espacios dentro del centro educativo (patio de la escuela, o huerta escolar) que permitan la construcción interdisciplinar de los conocimientos.

Instituciones como National Research Council, 2001, e informes internacionales como el Rocard, 2007 y Nacionales como el ENCIENDE, (COSCE, 2011) recomiendan una enseñanza de las ciencias real y cotidiana de forma que sea útil para el día a día del alumnado.

Igualmente, podemos ver reflejada estas recomendaciones en el curriculum español desde la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) y particularmente en la orden del 17 de marzo del 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía en la que se enfatiza la relevancia de usar los espacios naturales y socioculturales como escenarios de aprendizajes. En el área de Ciencias Naturales, propone explícitamente las actividades al aire libre como recurso educativo (huertas escolares, jardines botánicos, cuidados de animales, realización de itinerarios, etc.). Y en el caso de las Ciencias Sociales las visitas a empresas, fábricas, zonas protegidas, monumentos, etc.

De la misma manera, lo expresan distintos estudios (Aguilera, 2018; Morales, Caurín, Sendra y Parra, 2014; Zamalloa, Maguregi, Fernández Echevarría y Sanz; 2014) sobre la contribución de las salidas de campo a la construcción del conocimiento científico y al desarrollo de estrategias científicas. Por otro lado, Tal y Morag (2008) defienden cómo este tipo de actividades producen experiencias educativas en un ambiente interactivo, contribuyendo a un aprendizaje experiencial y significativo. Además, sensibilizan al alumnado sobre el espacio socio natural y fomentan actitudes de respeto y cuidados sostenibles (Morón, et. al, 2019; Amortegui, Moyoral, Gavidia, 2017; Zamolloa et al, 2014; Costillo, Borrachero, Villalobos, Mellado y Sánchez, 2014, entre otros).

Este no es un enfoque moderno, pues podemos encontrar sus antecedentes en la Institución Libre de Enseñanza, ILE, en 1876 o en los principios didácticos de la Escuela Moderna impulsada por Francisco Ferre i Guardia a principios del S. XX.

Finalmente, las salidas fuera del aula no solo ofrecen beneficios didácticos, sino también de carácter emocional, físicos y psíquicos mejorando la gestión del estrés (Collado y Corraliza, 2016).

Las salidas fuera del aula para la formación del profesorado

A pesar de su relevancia educativa para la enseñanza de las ciencias son pocas las propuestas didácticas que se realizan desde la enseñanza reglada no universitaria, y menos aún dirigidas a la formación del docente inicial o continua del profesorado. Esta diferencia se hace más notable por áreas, así estudios recientes (Mateo, 2019; Aguilera, 2018; Amortegui, et al, 2017; Costillo, et al., 2014 y Zamolloa et al, 2014) señalan la escasez de propuestas educativas fuera del aula o salidas de campo en el área de la DCE. Además, muchas de estas propuestas educativas que se realizan son de corte tradicional, usándose como medio para comprobar conocimientos teóricos, sin objetivos didácticos claros o sin integración educativa. En consecuencia, dichas salidas fuera del aula suelen ser actividades esporádicas y habitualmente desvinculadas del plan de estudios (Aguilera, 2018).

Por el contrario, podemos ver multitud de propuestas educativas centradas en el medio socio-natural en otras disciplinas, sobre todo en el área de la Didáctica de la Geografía. Así por ejemplo nos encontramos, en una reciente publicación de la Asociación Española de Geografía (AGE), un capítulo dedicado exclusivamente a las experiencias educativas fuera del aula. Sin embargo, siguen siendo muy pocas propuestas las dirigidas a la formación del profesorado, así lo manifiesta Mateo (2019) tras el análisis bibliográfico de 946 trabajos del área de la Didáctica de la Geografía donde solo un 10% de ellos eran estudios relativos a salidas de campo y de estos un 39% orientado a la formación del profesorado.

METODOLOGÍA

Instrumento de recogida y análisis de datos

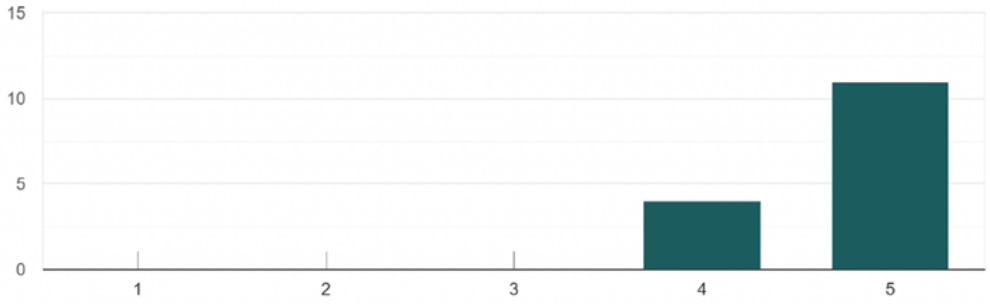
Como ya se ha descrito, la experiencia se realiza con un grupo de estudiantes del Grado de Educación Primaria del segundo curso, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Se componía de 16 alumnos, 8 mujeres y 8 hombres de edades comprendidas entre 19-22 años. Para ello, se diseña un cuestionario realizado en *Google form*, compuesto por 7 preguntas de carácter tanto abierta como cerrada y semicerrada, tal y como se recoge en detalle en la Tabla 1.

PREGUNTAS	TIPO DE PREGUNTA
¿Cómo de importante es para ti las salidas fuera del aula para la enseñanza de tus futuros alumnos? Puntúa del 1 al 5.	CERRADA (Tipo Likert del 1-5)
Si tuvieras que elegir una serie de recursos educativos para enseñar ciencias a tus alumnos de primaria ¿Qué elementos o características deberían tener dicho recurso para que tú lo eligieras?	ABIERTA
De los distintos espacios, elementos, lugares y/o experiencias ¿cuáles son para ti los más interesantes para trabajar con tu futuro alumnado? Selecciona hasta 3 opciones. (*actividades experimentales de laboratorio; salidas de campo: jardín botánico, espacios naturales; visitas a museos, casas de la ciencia, exposiciones y galerías de arte; visitas a fábricas, mercados, lugares arqueológicos; experiencias con seres vivos: cuidado de mascotas, observación de insectos, cuidado de plantas; otra*)	SEMI-CERRADA. Selección de 6 distintas opciones
¿Te acuerdas de las excursiones que realizabas con tu cole de pequeño/a? Selecciona con la que más refleje tu experiencia vivida como alumno/a. (*actividades esporádicas: se realizaban de vez en cuando y no se trabajan antes ni después de la salida; actividades que se hacían en fechas señaladas relacionadas con alguna celebración o día en especial; actividades que se hacían en relación algún contenido y objetivo de la unidad didáctica trabajada; actividades que se solían trabajar antes, durante y después de la salida; otra*)	SEMI-CERRADA (Selección de 5 distintas opciones)
¿Crees qué estás preparado para realizar salidas fuera del aula con tu futuro alumnado?	CERRADA (Si, No, No sé)
A lo largo de estos años de formación como profe de primaria ¿Crees que se te ha enseñado a cómo trabajar las actividades fuera del aula? Valora del 1 al 5.	CERRADA. (Tipo Likert del 1-5)
¿Qué crees que necesitas saber para poder diseñar buenas experiencias educativas fuera del aula? o ¿Qué necesidades educativas/formativas demandas?	ABIERTA

Tabla 1. Instrumento de recogida de datos. Cuestionario GoogleForm

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera pregunta: ¿Cómo de importante es para ti las salidas fuera del aula para la enseñanza de tus futuros alumnos?



Gráfica 1. Importancia de las salidas de campo

Como se observa en la gráfica 1, el alumnado concede gran relevancia a este tipo de experiencias.

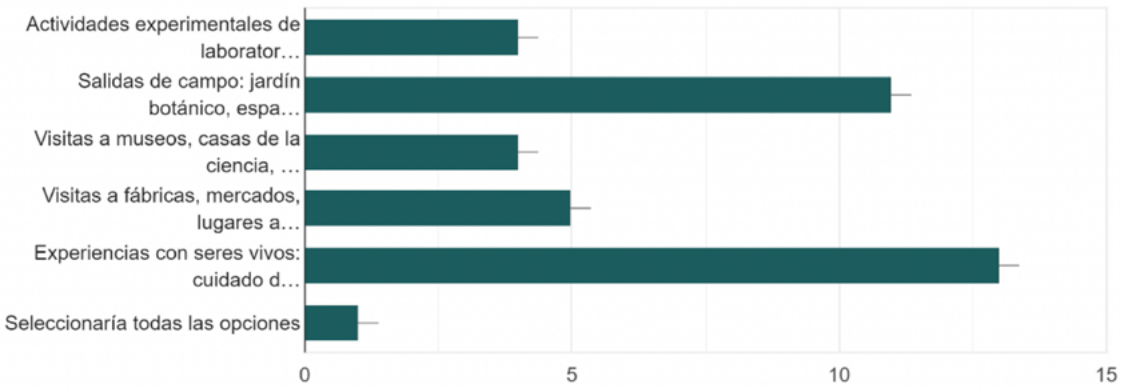
Segunda pregunta: Si tuvieras que elegir una serie de recursos educativos para enseñar ciencias a tus alumnos de primaria (…)

Las distintas respuestas ofrecidas las hemos clasificado en torno a cuatro categorías que recogen las principales características que valoran en los recursos educativos:

- Basado en el desarrollo de habilidades científicas: que permitan la experimentación del alumnado, interactivos y dinámicos
- Fomento del trabajo cooperativo: que incentiven la reunión y el diálogo
- Recursos no estructurados: flexibles, que se adapten a los dicentes, favorezcan la creatividad y libertad.
- Recursos lúdicos y motivantes: que partan del interés del alumnado disfrutando de la experiencia
- Otros: que permitan usar las TICs o trabajar con elementos naturales.

A pesar de la diversidad de respuestas, la gran mayoría suelen coincidir que los recursos educativos deben ser motivantes, dinámicos, flexibles y permitir desarrollar conocimientos desde la experimentación. Otras características deseables señaladas son que fomenten el uso de las TICs o sean elementos del medio natural. Interesante es también la apreciación que hacen sobre la flexibilidad del recurso y la libertad del infante para fomentar la creatividad, incentivar el trabajo cooperativo y el diálogo.

Tercera pregunta: De los distintos espacios, elementos, lugares y/o experiencias (…)



Gráfica 2: recursos más apreciados por los estudiantes.

Como se aprecia en la gráfica 2, los tipos de recursos más apreciados por los estudiantes de la FPP son; en primer lugar, las experiencias educativas con seres vivos (animales o plantas) su cuidado y observación, las salidas al medio socio-natural (salidas a espacios naturales, parques, jardines botánicos, etc.) y las salidas a lugares socioculturales (mercados, fábricas, yacimientos arqueológicos, etc.). Como resultado interesante nos llama la atención que no concedan tanta importancia a las actividades experimentales de laboratorio o las visitas a sitios específicos orientados a la educación no formal como los museos, casa de las ciencias, galerías de artes, etc.

Cuarta pregunta: ¿Te acuerdas de las excursiones que realizabas con tu cole de pequeño/a?

Gráfica 3: Recordando nuestras experiencias como alumnos de primaria

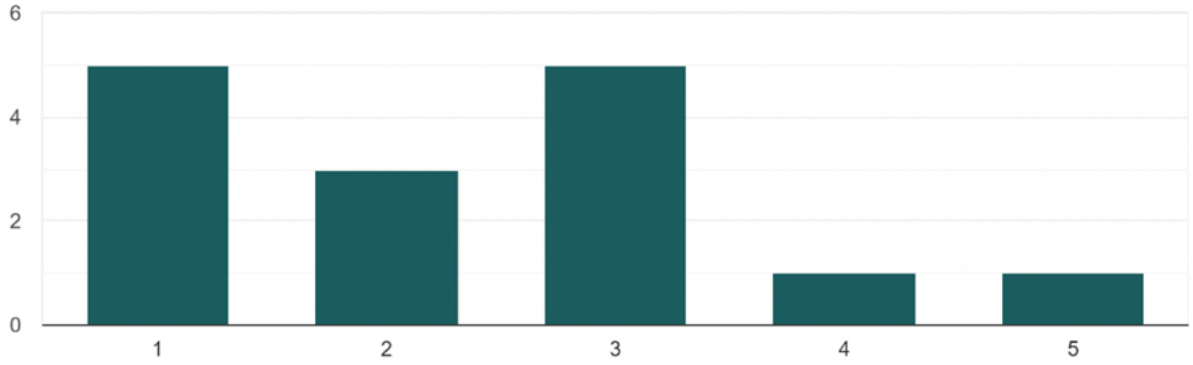
Tal y como queda reflejada en la gráfica la mitad del alumnado reconoce que las excursiones que realizaban eran meras actividades esporádicas, pues no tenían una intencionalidad didáctica aparente y estaban más orientadas al recreo o divertimento. Igualmente sucede con el 13,3% de las excursiones realizadas en días o fechas señaladas. Por el contrario, solo 33,4% del alumnado reconoce que las excursiones cumplían una finalidad didáctica o estaban integradas dentro del plan educativo.

Quinta pregunta: ¿Crees qué estás preparado para realizar salidas fuera del aula con tu futuro alumnado?

Gráfica 4: Capacitación docente para las salidas fuera del aula

Un 60% del alumnado se siente preparado para llevar a cabo salidas fuera del aula, aunque un 33,3 % no está seguro y un alumno señala que a pesar de verse capacitado cree que le falta formarse todavía más en este apartado.

Sexta pregunta: A lo largo de estos años de formación como profe de primaria (...)



Gráfica 5: Necesidades formativas para la realización de salidas fuera del aula.

A partir de esta escala Likert vemos como la gran mayoría del alumnado considera que no se le ha formado lo suficiente a lo largo de los 3 años de grado en este tema. Solo dos alumnos consideran que han recibido la formación suficiente para llevar a cabo experiencias educativas fuera del aula.

Séptima pregunta: ¿Qué crees que necesitas saber para poder diseñar buenas experiencias educativas fuera del aula? (…)

Las principales respuestas ofrecidas por el alumnado, las hemos clasificado en torno a cuatro categorías:

- *Conocimientos científicos*: en relación con qué ver y qué conocer.
- *Conocimientos didácticos*: cómo diseñar (tipo de actividades y qué estrategias usar), cómo evaluar y qué objetivos didácticos alcanzar.
- *Habilidades y destrezas profesionales*: cómo planificar una salida y gestionar el aula, en este caso en particular relacionada con la gestión y organización del alumnado
- Otros: respuestas relativas a la necesidad de experiencia como docente y otro tipo de habilidades como la creatividad para diseñar actividades fuera del aula.

En síntesis, podemos señalar que las principales necesidades formativas que el futuro maestro nos demanda para la realización de salidas fuera del aula son: *conocimientos científicos* sobre el lugar seleccionado, *conocimientos didácticos* para que dicha experiencia tengan impronta en los procesos enseñanza-aprendizaje y *habilidades y destrezas profesionales* para poder planificar, y organizar la salida fuera del aula de forma segura y con garantías para los niños de primaria.

Conclusiones: necesidades formativas en la formación del Profesorado de Primaria

Este estudio debe ser entendido como una experiencia previa, interesante desde el punto de vista como diagnóstico inicial de las necesidades educativas que demanda el profesorado en formación sobre esta temática.

El alumnado de FPP ofrece un gran interés por las salidas fuera del aula y es receptivo a recibir una formación específica sobre la misma. Sobre todo, parece interesarles temáticas relativas a las experiencias con seres vivos y salidas al medio natural y socio-cultural. Por el contrario, nos llama la atención que las actividades de experimentación en laboratorio tengan para ellos menor relevancia cuando desde nuestra experiencia, tienen una gran acogida y demandada en nuestras asignaturas. Igualmente, es interesante que el alumnado se muestre seguro y capacitado para su puesta en práctica, tal y como aparece recogido en la pregunta 5, a pesar de expresar (pregunta 6) que durante su formación en estos años han tenido una escasa o insuficiente formación

didáctica sobre esta temática. Tal vez, el alumnado considere que en el año de estudios que les queda puedan alcanzar dichas competencias o conocimientos que todavía no han sido trabajados, tal y como unos de los alumnos expresa.

Finalmente, otro resultado a señalar es que el maestro/a en formación reconoce que sus experiencias como colegial de primaria en relación con las salidas fuera del aula eran mayormente actividades puntuales y anecdóticas. Si partimos de la famosa premisa de que *enseñamos, como a nosotros nos han enseñado*, debemos pues empezar con nuestro maestro en formación a realizar salidas de campo tal y como deseamos que ellos las realicen con su futuro alumnado. Como ya muchos autores manifiestan (Mateo, 2019; Zamolloa et al, 2014; entre otros) las salidas fuera del aula en la formación de maestro son todavía escasas y no todas ellas suelen realizarse dentro de un plan educativo (Aguilera, 2018). A pesar de ser un recurso muy importante para trabajar de forma interdisciplinar (Morón y Morón MC, 2019) contenidos y habilidades, geográficos y cartográficos, (Olave, 2005), matemáticos, promoción del deporte y hábitos saludables, así como para desarrollar una visión del medio holística y sistémica (Zamalloa et al, 2014).

Para terminar, consideramos que debemos seguir mejorando nuestros planes y programas educativos para conceder mayor relevancia a las salidas fuera del aula como recurso para la construcción significativa y espacio activo de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3) 3103-17 DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103

Amórtegui, E., Mayoral, O., y Gavidia., V. (2017). Aportaciones de las Prácticas de Campo en la formación del profesorado de Biología: un problema de investigación y una revisión documental. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (32), 153-170. DOI: 10.7203/DCES.329940

Benarroch, A (2012). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas educativas de Infantil y Primaria. XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 32-52). Baeza: Ser. Pub. Univ. Jaén.

Collado, S. y Corraliza, J.A. (2016). *Conciencia ecológica y bienestar en la infancia. Efectos de la relación con la naturaleza.* Alcalá Editorial CCS.

COSCE (2011). *Informe Enciende: Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes editorial.

Costillo, E., Borrachero, A. B., Villalobos, A. M., Mellado, V., y Sánchez, J. (2014). Utilización de la modelización para trabajar salidas al medio natural en profesores en formación de educación secundaria. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 7(13), 165-175. DOI: 10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia165.175

Cruz-Guzmán, M., Puig Gutiérrez, M., & García-Carmona, A. (2020). ¿Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de Educación Infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo? *Enseñanza de las ciencias*, 38(1), 0027-45.

Doménech, J. C., De Pro Bueno, A., & Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 25-50.

Latorre, M.J. (2007). El potencial formativo del prácticum: cambio en las creencias que sobre la enseñanza práctica poseen los futuros maestros. *Revista de Educación*, 343, 249-273.

Mateo, M., R. (2019). Las salidas de campo en el medio rural. Análisis de las investigaciones presentadas a congresos del grupo de trabajo de didáctica de la geografía de la AGE y de la APG (1988-2016). En: Macía. X., Armas, F., y Rodríguez, F (Eds), *La reconfiguración del medio rural en la sociedad de la información. Nuevos desafíos en la Educación Geográfica* (1279-1292). Andavira.

Morales, A. J., Caurín, C., Sendra, C., y Parra, M. (2014). Aprendiendo a plantear problemas en el medio. Análisis de una experiencia con estudiantes del Máster de Investigación en Didácticas *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (28), 65-81. doi: 10.7203/DCES.28.3848

Morón, H., Hamed, S., y Morón MC (2019). ¿Cómo usan los futuros maestros de ciencias el medio socio-natural en el diseño de Itinerarios didácticos?: Algunos resultados y obstáculos de aprendizaje. En: Alonso S, Romero JM, Rodríguez-Jiménez C, y Sola, JM (Eds), *Investigación, Innovación Docente y TIC. Nuevos Horizontes Educativos*. (1754-1768) Dykinson.

Morón, H., y Morón MC (2019). La comprensión del patrimonio medioambiental y territorial a través del trabajo de campo. Una propuesta metodológica. En: *La reconfiguración del medio rural en la sociedad de la información. Nuevos desafíos en la Educación de la Geográfica*. Macía. X., Armas, F., y Rodríguez, F (Eds). ANDAVIRA. Pp 1253-1248.

Olave, D. (2005). El itinerario didáctico: una propuesta metodológica para el análisis geo-histórico local. *Geoenseñanza*, 10 (2), 197-208. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360/36010206"

Tal, R. T., y Morag, O. (2009): Refective practice as a means for preparing to teach outdoors in ecological garden. *Journal of Sciencie Teacher education* 20 (39, 245-262. DOI: 10.1007/s10972-009-9131-1

Zamalloa, T., Sanz, J., Maguregi, G., Echevarría, I., Fernández, L. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 443-467. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1282

P.17 Aprendizaje de contenidos sobre la célula a través de la construcción de maquetas con códigos QR (QRélulas) en el Grado de Maestro de Educación Primaria.

Rafael Miguel Maroto Gamero y Mª Mercedes Martínez Aznar

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense de Madrid. E-mail ramaroto@ucm.es.

RESUMEN

El presente trabajo analiza una experiencia desarrollada con futuros maestros de Educación Primaria, de la asignatura "Fundamentos y Didáctica de la Biología", en la que se construyen de forma cooperativa modelos tridimensionales de distintos tipos celulares, y se crean contenidos de sus componentes a través de herramientas TIC. La conexión de los elementos de las maquetas y los contenidos se realiza con códigos QR (Quick Response) que permiten su visionado con dispositivos móviles. La propuesta se centra en la construcción de competencias profesionales docentes y es analizada con una rúbrica y con un cuestionario que recoge información sobre las implicaciones del proyecto en su formación y su futura práctica docente. Los resultados muestran beneficios en el aprendizaje tanto de contenidos científicos y didácticos, como para la construcción de las competencias profesionales.

Palabras clave: Formación de maestros de educación primaria; Competencias profesionales docentes; Modelos tridimensionales; Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC); QRélulas.

INTRODUCCIÓN

La célula como unidad básica de la vida, a pesar de ser un contenido recurrente en distintos cursos de Primaria y Secundaria, suscita dificultades de aprendizaje en estudiantes de Bachillerato y de grado de Biología (González y Jiménez, 2016). En este sentido, Marcos y Esteban (2017) identifican ideas alternativas en futuros maestros, muy influenciadas por la enseñanza y por las analogías e imágenes de los libros de texto, en relación a la célula como unidad funcional y estructural de todos los seres vivos (que denota la no conexión con la Teoría Celular), las estructuras celulares básicas y su funcionamiento, la forma de las células y la distinción de las similitudes o diferencias organulares entre tipos de células. Además, para paliar estas dificultades, se recomienda la elaboración de dibujos, creación de modelos tridimensionales que representen los tipos y componentes celulares, indicando sus limitaciones y, en la medida de lo posible, la realización de observaciones microscópicas (González y Jiménez, 2016). En esos casos, hay que evitar las concepciones derivadas de no considerar las proporciones entre tipos y elementos celulares representados (Vlaardingerbroek et al, 2013; Rodríguez, 2003). También, Gómez Galindo (2007) destaca el valor de las maquetas como representaciones mediadoras de la generación de pensamiento analógico, permitiendo argumentar, mediante las relaciones entre sus experiencias anteriores y las nuevas que se presentan al manipular la maqueta y cuya construcción, puede ser muy útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la célula desde Educación Primaria (de Abreu et al, 2014) hasta la Universidad (Ferrera et al, 2018), pasando por la formación inicial de profesores (Perveen y Bhutta, 2012). Basado en estas premisas, y en otras experiencias similares en Educación Secundaria con maquetas y herramientas TIC (Maroto, 2014), así como en la necesidad de dotar a los futuros maestros de Educación Primaria de competencias didácticas y científicas, y de herramientas para construir conocimientos, se desarrolla el proyecto "Las QRélulas". Este proyecto consiste en la creación de maquetas sobre los distintos tipos de células y de contenidos sobre sus componentes (membranas, citoplasma, orgánulos, etc.) utilizando herramientas TIC conectados a través de códigos QR (Quick Response) que permiten su visionado con dispositivos móviles (figura 1). Los códigos QR son definidos por Gómez-Gonzalvo, Atienza y Mir (2015) como sistemas de almacenaje de información en forma de matriz de puntos que codifica una información. En el ámbito educativo se van integrando poco a poco, principalmente como un material curricular más, para dar información extra en distinto formato al alumnado, siendo el rol del profesor el de guía que dirige las actividades y el contenido.

Figura 1: Ejemplos de "QRélulas" realizadas por los futuros maestros a) Célula procariota del grupo 2, b) Célula eucariota animal del grupo 7, c) Célula eucariota vegetal del grupo 1

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS GENERALES

Los objetivos que se plantean al alumnado antes de iniciar el proyecto son los siguientes:

- Desarrollar contenidos relativos a las células (tipos de células, componentes celulares, funciones de los orgánulos).
- Valorar el uso de modelos/maquetas en el área de la Biología.
- Aplicar destrezas matemáticas.
- Utilizar herramientas TIC para el aprendizaje y desarrollo de contenidos.
- Desarrollar destrezas cooperativas.
- Potenciar la creatividad de los alumnos/as.
- Realizar proyectos que desarrollen múltiples competencias clave.

Con la experiencia desarrollada, además, se propone cubrir las siguientes competencias del Grado de Maestro en Educación Primaria:

- CT7. Valorar la importancia del trabajo en equipo y adquirir destrezas para trabajar de manera interdisciplinar dentro y fuera de las organizaciones, desde la planificación, el diseño, la intervención y la evaluación de diferentes programas o cualquier otra intervención que lo precisen.
- CT10. Conocer y utilizar las estrategias de comunicación oral y escrita y el uso de las TIC en el desarrollo profesional.
- CM8.1.1. Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de la Biología.
- CM8.2.2. Valorar la Biología como un hecho cultural.
- CM8.2.4. Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes. (https://www.ucm.es/estudios/grado-educacionprimaria-estudios-competencias)

CONTENIDOS Y METODOLOGÍA

El proyecto se ha realizado durante el curso académico 2018-2019 con un grupo intacto de estudiantes de 4º curso del Grado de Maestro en Educación Primaria de 64 estudiantes, 26 alumnos y 38 alumnas, organizados en 9 equipos cooperativos de la asignatura "Fundamentos y Didáctica de la Biología" de la Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid. Los contenidos científicos a investigar y trabajar, por parte de los estudiantes, son los distintos tipos celulares (procariota, eucariota animal y eucariota vegetal) y sus componentes, con el requisito de utilizar herramientas TIC para la creación de dichos contenidos y su conexión mediante la generación de los códigos QR.

La intención es que los futuros maestros construyan competencias docentes científicas y didácticas que les posibiliten iniciar el desarrollo de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) (Shulman, 1987). Desde el punto de vista metodológico, se ha optado por un enfoque de tipo indagativo (Abd-El-Khalick et al. 2004; Rocard et al. 2007) de aprendizaje basado en proyectos, de un mes de duración.

Como parte final del proyecto, cada equipo debe exponer y defender sus productos, durante 5 minutos, ante el resto de los grupos para su evaluación y comprobación del buen funcionamiento de los códigos y de los

contenidos científicos abordados.

La evaluación del proyecto se ha llevado a cabo mediante una rúbrica que rellena tanto el profesor como cada uno de los grupos de forma consensuada. Cada grupo, además de evaluar el resto de proyectos, ha de reflexionar sobre su trabajo y presentación del mismo (tabla 1). Los resultados analizados a partir de los datos de dicha rúbrica permiten comparar 3 tipos de evaluación: heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación (figura 2).

Tabla 1: Rúbrica de evaluación y calificación del producto que rellenan profesor y alumnos antes y durante la exposición de cada uno de los proyectos

GRUPO EVALUADOR:		
0	No cumplen los ítems.	Resta 1 punto a la calificación de la tarea.
1	Cumplen menos del 50% de los ítems.	Resta 0,5 puntos a la calificación de la tarea.
2	Cumplen entre el 50 y el 85% de los ítems.	Resta 0,2 puntos a la calificación de la tarea.
3	Cumplen más del 85% de los ítems.	No resta puntos a la calificación de la tarea.

PROYECTO: MAQUETAS DE QRÉLULAS	**0 (-1)**	**1 (-0,5)**	**2 (-0,2)**	**3**
ÍTEMS DE CALIFICACIÓN DEL TRABAJO DEL GRUPO:				
Cumplen la fecha de entrega (x0,5)				
Las maquetas están completas con todos sus componentes				
Las maquetas representan correctamente los tipos celulares				
Las maquetas guardan las proporciones adecuadas (x0,5)				
Los componentes tienen su código QR y funcionan				
Los recursos TIC empleados son variados y originales				
Los contenidos (morfología, tamaño y función) para explicar los orgánulos son correctos (x3)				
Explican los aspectos más importantes al presentar las células (x2)				
NOTA FINAL: (10 - .....) =				

Además de esta evaluación, se ha diseñado un cuestionario en Google Forms estructurado en tres bloques principales. El primero de ellos, Datos Previos, recoge información sobre el alumnado y su experiencia con la biología (último curso en que se estudió biología en secundaria, interés previo, experiencia teórica y actividades prácticas realizadas en el aula o en el laboratorio tanto en Primaria como en Secundaria) y, finalmente, su

experiencia con las TIC en las materias de Ciencias. El segundo bloque, Organización del Proyecto, recopila información de los grupos a la hora de desarrollar el proyecto y de las posibles percepciones que tienen sobre su puesta en práctica en el aula como futuros maestros. El último bloque, Contenidos de la Célula y el Proyecto, incluye en varios apartados su evolución sobre el conocimiento de los contenidos sobre la célula, la importancia de la creación de maquetas para el aprendizaje, la influencia de la búsqueda de información y la creación de recursos TIC para su aprendizaje y futura transferencia de contenidos y una evaluación de los distintos componentes del proyecto junto a aspectos positivos y negativos del mismo. Para los distintos apartados se ha elaborado una escala de Likert (muy poco, poco, algo, mucho) salvo en la evaluación en la que han de calificar, de forma numérica cada apartado, y en la pregunta libre opcional donde han de escribir los aspectos positivos y negativos del proyecto.

En la tabla 2 se muestra un fragmento del cuestionario donde se observan algunas de las cuestiones con ambas escalas. Dicho cuestionario fue contestado únicamente por 52 participantes, 17 alumnos y 35 alumnas, de los cuales el 46,2% cursó por última vez la asignatura de Biología en 3º de ESO, el 28,8% en 4º de ESO, un 3,8% en 1º de bachillerato y un 21,2% en 2º de bachillerato, datos que dan idea de la heterogeneidad de conocimiento sobre la materia que nos encontramos en el alumnado que se prepara para ser futuro maestro.

Tabla 2: Fragmento del cuestionario utilizado para la obtención de datos sobre el proyecto

ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO				
Como alumno/a del Grado participante en el proyecto y futuro Maestro/a				
	Muy poco	Poco	Algo	Mucho
Las instrucciones dadas por el profesor para realizar el proyecto fueron adecuadas				
El seguimiento del proyecto por parte del profesor fue adecuado				
Un proyecto similar adaptado puede hacerse en grupos de primaria…				
CONTENIDOS DE LA CÉLULA Y EL PROYECTO				
Con respecto a la construcción de las maquetas, ¿En qué grado …				
	Muy poco	Poco	Algo	Mucho
Te ha ayudado a diferenciar los distintos tipos				
Te ha ayudado a conocer sus partes				
Te ha ayudado a conocer las funciones de sus componentes				
Crees que puede ser útil la construcción de este tipo de modelos con alumnos de Primaria…				
Con respecto a la creación de los recursos TIC, ¿En qué grado …				
	Muy poco	Poco	Algo	Mucho

Te ha ayudado a diferenciar los distintos tipos				
Te ha ayudado a conocer las funciones de sus componentes				
Crees que puede ser útil la utilización de este tipo de recursos con alumnos de Primaria				
Crees que puede ser útil la utilización de este tipo de recursos con alumnos de Primaria para que ellos creen contenidos…				
Con respecto a la Evaluación				
				3-10
Qué nota considerarías adecuada para la MAQUETA de tu célula PROCARIOTA				
Qué nota considerarías adecuada para la INFORMACIÓN de tu célula PROCARIOTA				
Qué nota considerarías adecuada para los RECURSOS TIC de tu célula PROCARIOTA				
Si en estos momentos hicieras un examen sobre las células ¿Qué nota crees que obtendrías?...				

RESULTADOS

El análisis de la rúbrica de evaluación (figura 2) muestra unos niveles altos de resolución de los proyectos, tanto en la evaluación realizada por el profesor (heteroevaluación), como en la autoevaluación que cada grupo en consenso hace de sus proyectos, o como la media de las puntuaciones que a cada equipo le hacen los demás (coevaluación). A pesar de que los grupos 2 y 5 no realizan la autoevaluación, se puede observar que los proyectos son evaluados con calificaciones altas y de forma similar en los tres aspectos analizados (heteroevaluación, autoevaluación y coevaluación).

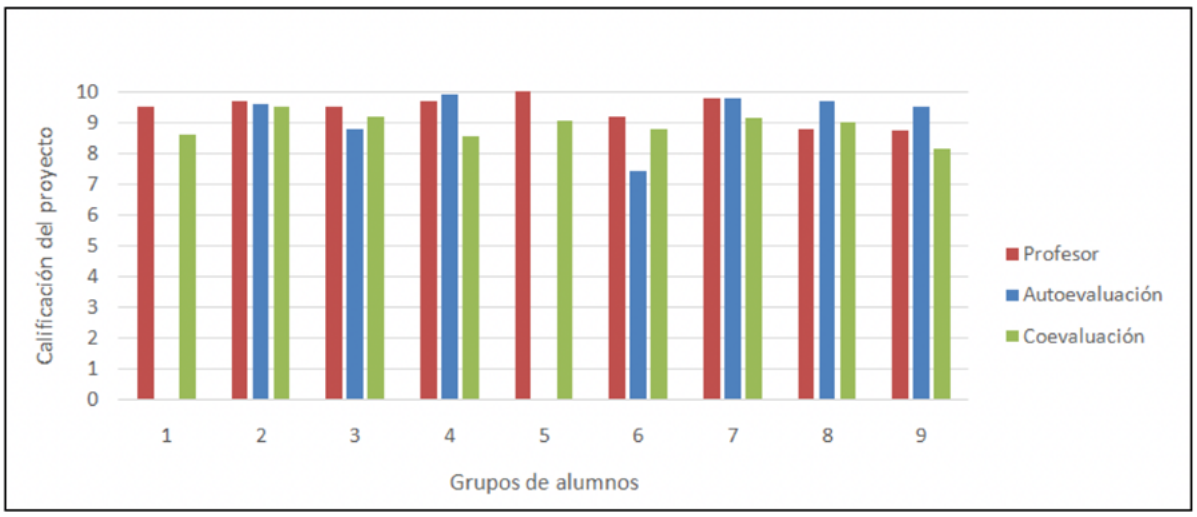


Figura 2: Resultados comparativos del análisis de la rúbrica de evaluación del proyecto donde se muestra la heteroevaluación, autoevaluación y coevaluación de cada grupo

Los datos del formulario nos aportan información valiosa en cada uno de los bloques analizados. En aquellas cuestiones relativas a su experiencia previa con la biología encontramos que el 46,85% indica que tienen algo de interés por la asignatura y un 42,30% mucho. Además, consideran que su formación en Primaria (Conocimiento del Medio, asignatura obligatoria en todos los ciclos) ha sido algo buena en el 59,61% de los casos o muy buena en el 19,23%, mientras que en Secundaria el 38,46% declara que su formación ha sido algo buena y el 21,15% muy buena.

Con respecto a las actividades prácticas, tanto en laboratorio como en aula, manifiestan una carencia importante: en Primaria un 80,76% han ido muy poco o poco al laboratorio y un 92,30% señalan las carencias en cuanto a actividades prácticas en el aula; y en los niveles de Secundaria el 42,30% han tenido muy pocas o pocas actividades prácticas en laboratorio y 78,85% en las aulas. Estos datos sorprenden debido a que, si bien son pocos los centros de Primaria que cuentan con laboratorios y en Secundaria aun teniéndolos se requiere de desdobles de profesorado para poder asistir a los mismos con seguridad, es relativamente sencillo hacer pequeños experimentos en el aula que ayuden a comprender los contenidos y estimulen el aprendizaje y acercamiento a las ciencias experimentales a los estudiantes desde edades tempranas. Desde nuestro punto de vista resulta fundamental que en los programas formativos para los futuros maestros se destine el tiempo necesario para realizar prácticas experimentales de calidad que permitan su adecuación y transferencia a las aulas escolares.

Finalmente, y en cuanto al uso de las TIC que han tenido previamente, se observa que el 80,76% las han usado muy poco o poco en Primaria bajando a 61,54% en Secundaria. Estos datos nos han de llevar también a la reflexión ya que estos futuros docentes deben crear estrategias para que su alumnado desarrolle, entre otras competencias clave, la competencia digital.

A través del proyecto el alumnado manifiesta que su conocimiento sobre la célula ha mejorado de forma notable (figura 3). Así, podemos apreciar que su percepción sobre el conocimiento de estos contenidos pasa del 40,39% antes de empezar el Grado (32,69% algo y 7,7% mucho) al 75% tras el proceso de enseñanza-aprendizaje (50% algo y 25% mucho) y se dispara al 96,15% tras hacer las maquetas e indagar en el contenido (40,38% algo y 55,77% mucho).

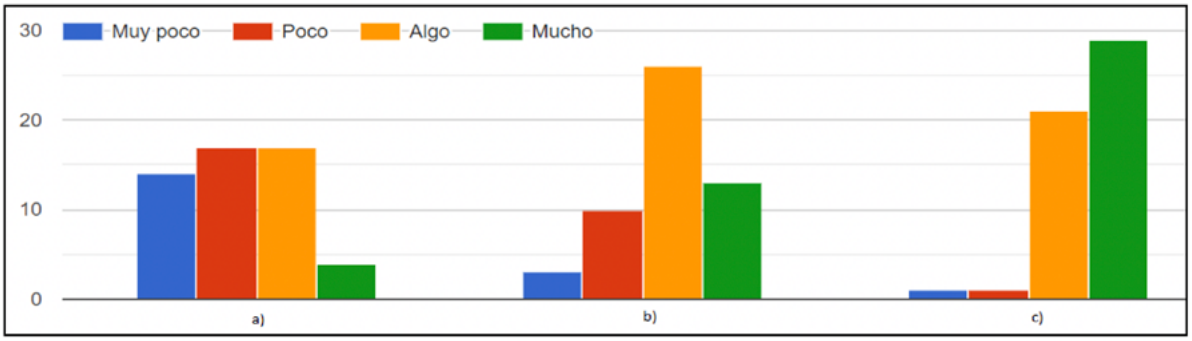


Figura 3: Percepción del alumnado sobre su conocimiento relativo a la célula a) Antes de iniciar el Grado de Maestro en Ed. Primaria, b) Tras revisar los contenidos en clase, y c) Tras trabajar en el proyecto

Cuando se analiza la posible calificación que los futuros maestros manifiestan que podrían haber tenido en un examen previo al proyecto y en uno posterior se observa, del mismo modo, esa percepción que tienen sobre la adquisición de los contenidos y su mejora en las calificaciones (figura 4).

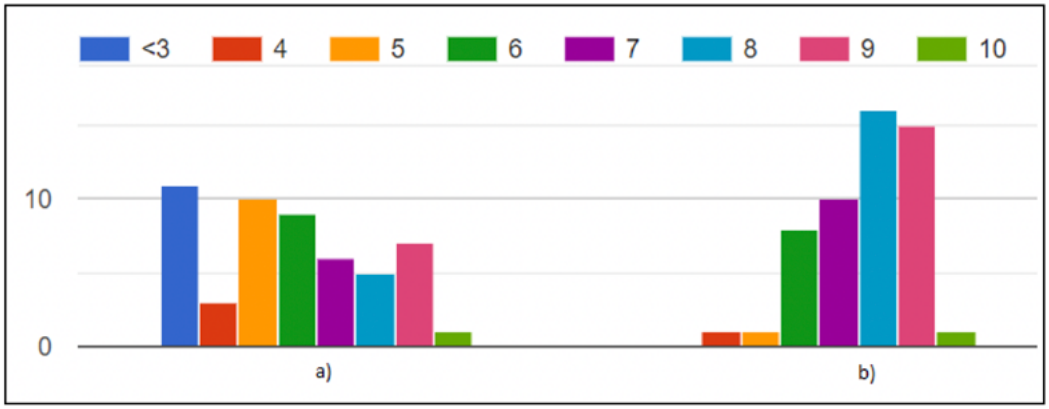


Figura 4: Percepción del alumnado sobre sus calificaciones sobre contenidos relacionados con la célula si hubieran hecho un examen a) antes y b) después del proyecto

Asimismo, en la figura 5 se recogen las estimaciones de los estudiantes sobre la utilidad del proyecto (7 preguntas de a-g) para su formación como futuros maestros. Así, el 57,7% (a) considera que el proyecto les proporciona mucha base de contenidos para enfrentarse a su futuro trabajo en las aulas escolares, el 59,6% (b) ve muy adecuado trabajar de esta manera durante su formación universitaria, estimando que es un recurso muy bueno para trabajar en Educación Primaria (76,9%, c). Resultados similares se encuentran cuando se les pregunta por la base que les proporcionan los recursos TIC utilizados (61,5%, d) y su posible aplicación con alumnos de Primaria (63,5%, f), tanto creados por los docentes (75%, e) como por los aprendices (61,5%, g).

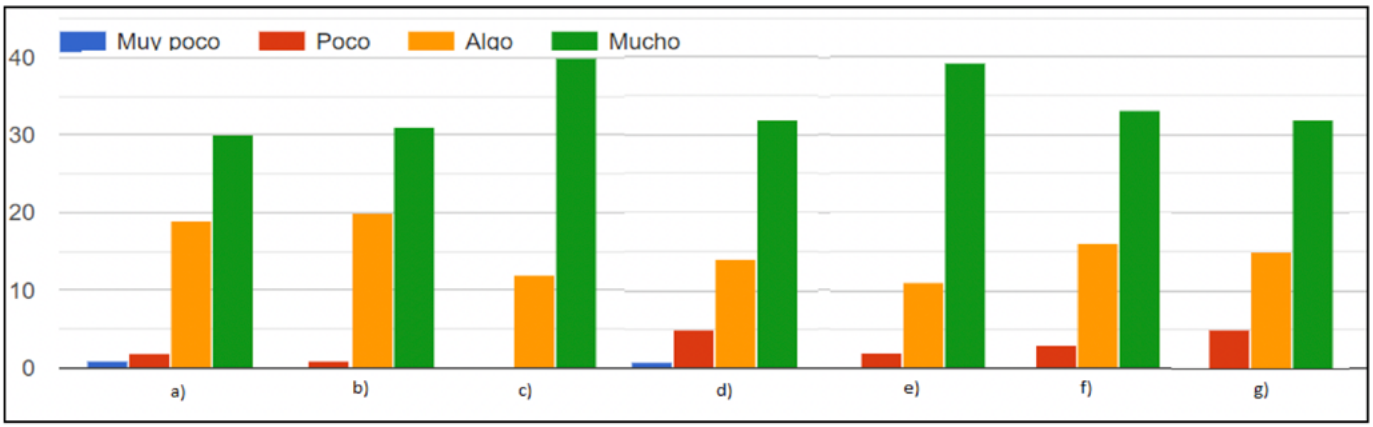


Figura 5: Respuesta del alumnado frente a las distintas preguntas sobre las aportaciones del proyecto a su futuro profesional.

La creación de recursos TIC se ha realizado con variadas herramientas de la WEB2.0 con las que han creado contenidos en forma de texto con recursos audiovisuales (Genially, Twitter, Instagram, Blogs, Prezzi, documentos de drive, Power Point,...), mapas conceptuales (Mindmeister, GoConqr), podcast de audio, vídeos (Youtube), actividades educativas (Educaplay, Cerebriti)... Algunas de las creaciones se muestran a través de sus códigos QR correspondientes en la figura 6.

Figura 6: Ejemplos de algunos códigos QR utilizados en las maquetas

Para terminar, se deben comentar algunos de los aspectos positivos y negativos que aportan algunos participantes en el cuestionario. Entre los aspectos positivos destacan la necesidad de hacer este tipo de trabajos ya que potencia la creatividad y la motivación, el trabajo en equipo y, se sale de las clases en las que el alumnado

es un agente pasivo del aprendizaje. También que la creación de contenidos en el proyecto permite evitar el "copia-pega" al que muchas veces están acostumbrados. Reflejan que el hecho de tener que realizarlo como futuros maestros les permite empatizar con las posibles dificultades con las que se podría encontrar el alumnado de Primaria. Entre los aspectos negativos que señalan destacan la cantidad de tiempo empleado en el trabajo y la poca disponibilidad de espacios para poder trabajar y organizarse, al considerar que los grupos son muy numerosos, y no haberse utilizado ninguna sesión de clase. Finalmente, hay que destacar uno de los problemas que nos hemos encontrado con el paso del tiempo al revisar los materiales para el presente artículo. Algunos de los grupos utilizaron generadores de códigos QR temporales, por lo que salvo aquéllos que han compartido los enlaces no se tiene acceso a sus contenidos. El mismo problema puede ocurrir cuando se comparten materiales desde carpetas en la nube y al cabo del tiempo dejan de compartirlos.

CONCLUSIONES

La propuesta didáctica presentada se considera relevante para la formación inicial de maestros y para su futuro desarrollo profesional en las aulas escolares, y que podría extenderse, más allá del estudio de la célula, a otros contenidos de Biología y de otras disciplinas. Los resultados muestran beneficios en el aprendizaje tanto de contenidos científicos y didácticos, como para la construcción de las competencias profesionales propias del Gado de Maestro en Educación Primaria, y se considera que este tipo de proyectos son transferibles a la práctica de los futuros maestros para involucrar de forma activa a los escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, este tipo de trabajo facilita la adquisición de los primeros elementos del Conocimiento Didáctico del Contenido en los Maestros en formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman R., Hofstein, A., Treagust, D. y Tuan, H-L. (2004). Inquiry in Science Education: International perspective. *Science Education*, *88*, 397-419.

De Abreu, F., Nunes, L. M., y Silva, E. L. (2014). Teaching Cell Biology in Primary Schools. *Educational Research International*. Volumen 2014. Article ID 272475, 5 pages. DOI: https://doi.org/10.1155/2014/272475

Ferrera, F., Guerra, L., Oliva, C., Quintana, I., Domínguez, A. y Calvet, M.E. (2018). Maqueta de célula eucariota animal. Morfovirtual 2018. Convención Virtual de Ciencias Morfológicas. Recuperado de: http://www.morfovirtual2018.sld.cu/index.php/morfovirtual/2018/paper/viewPaper/129/612

González, F. y Jiménez, M.P. (2016). Introducción al estudio de los seres vivos. En F. González (Coord.), Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. II. Ciencias de la vida (pp.37-65). Madrid: Ediciones Pirámide.

Gómez Galindo, A. A. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *25(3)*, 325-340. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/87930/216420

Gómez-Gonzalvo, F., Atienza, R. y Mir, M. (2015). Revisión bibliográfica sobre usos pedagógicos de los códigos QR. *@tic revista d'innovació educativa*, *15*, 29-37. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5300227

Marcos, J. M. y Esteban, R. (2017). Concepciones alternativas sobre Biología Celular y Microbiología en los maestros en formación: Implicaciones de su presencia. *Campo abierto*, *36(2)*, 167-179.

Maroto, R.M. (2014). La QRélulas: Maquetas de células, Web2.0 y Códigos QR. Jornadas sobre investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato. II Congreso de docentes de Ciencias, 271-276. Recuperado de: https://

cdlmadrid.org/boletin/Libro_Actas_III_Congreso_Docentes_Ciencias.pdf

Perveen, N., y Bhutta, S. M. (2012). Enhancing content knowledge of in-service science teachers through model and modeling. *Journal of Research and Reflections in Education*, *6(1)*, 61–74.

Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walwerg-Heriksson, H. y Hemmo, V. (2007). Informe Rocard. Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Brussels: European Comission. Recuperado de: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Rodríguez, M. L. (2003). La célula vista por el alumnado. *Ciência & Educação (Bauru)*, *9(2)*, 229-246. DOI: https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132003000200006

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, *57(1)*, 1-22. Recuperado de: https://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf

Vlaardingerbroek, B., Taylor, N y Bale, C. (2013). The problem of scale on the interpretation of pictorial representation of cell structure. *Journal of Biological Education*, *48(3)*, 154-162. DOI: https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849284

P.19 Análisis de una secuencia basada en indagación sobre el cambio de horas de luz solar por dos estudiantes del Grado en Educación Primaria. Un estudio de casos.

Francisco José Castillo Hernández; María Rut Jiménez Liso; María Martínez Chico; Rafael López-Gay Lucio-Villegas; Carmen Belén Rodríguez Salinas; Juan Carlos Sorroche Sierra

Departamento de Educación. Universidad de Almería. fch123@ual.es

RESUMEN

Presentamos un estudio de casos de dos estudiantes de cuarto curso del Grado de Maestro en E. Primaria (EP) que adaptan y analizan las fortalezas y debilidades de su implementación en 2º y 5º de EP de una secuencia de indagación sobre el cambio de horas de luz solar. Hemos comparado las versiones inicial y adaptada de la secuencia observando que, para evitar el posible cansancio de su alumnado, redujeron el número de tareas escritas. Ambos pregraduados destacaron como fortalezas de la secuencia las preguntas planteadas destinadas a la expresión de ideas del alumnado y como principal debilidad la dificultad del cálculo de horas con estudiantes de 2º de EP. El proceso formativo de los futuros maestros ha sido una excelente oportunidad para reflexionar sobre el proceso de apropiación, adaptación, diseño, implementación de secuencias en la formación inicial.

Palabras clave: Estudio de casos; Formación inicial; Didáctica de las Ciencias Experimentales

INTRODUCCIÓN

Los resultados publicados en el reciente informe PISA muestran un preocupante estancamiento en la competencia científica en los últimos diez años. De acuerdo con la literatura didáctica, entre las posibles estrategias de mejora se encuentran aquellas en las que el alumnado ha de desarrollar prácticas científicas en el aula de ciencias, utilizando, por ejemplo, el enfoque de enseñanza por indagación (en adelante IBSE, Jiménez-Liso, Giménez-Caminero, Martínez-Chico, Castillo Hernández, & López-Gay, 2019a). La investigación didáctica ha constatado que este enfoque de enseñanza influye de manera positiva en el aprendizaje de los contenidos científicos (Romero-Ariza, 2017), favorece una comprensión más profunda sobre cómo se trabaja en ciencias (Osborne, 2014), fomenta una actitud positiva y mayor motivación hacia la ciencia (Anderson, 2002; Demir & Abell, 2010; Osborne & Dillon, 2008), entre otros aspectos competenciales evaluados en el PISA.

Para que este enfoque de enseñanza se generalice entre los docentes es preciso superar sus propias resistencias, como la escasez de tiempo para preparar las secuencias de indagación y desarrollarlas, no contar con secuencias de indagación efectivas que les sirvan como referentes, la falta de recursos o la complejidad de gestión de los trabajos en grupo (Romero-Ariza, Quesada, Abril, Sorensen, & Oliver, 2020).

Estas dificultades se convierten en obstáculos, pero también en un reto para la formación de docentes, ya que, de acuerdo con Bogdan Toma, Greca, & Meneses-Villagrác (2017) los maestros-as en formación presentan dificultades para comprender este enfoque, asociándolo más con actividades de tipo manipulativo o *hands-on activities* que con la búsqueda de pruebas que ayuden a la construcción de modelos científicos. Estos mismos autores destacan las dificultades de diseñar unidades didácticas basadas en la indagación, haciendo especial énfasis en las complicaciones relacionadas con la estructuración de las actividades y el planteamiento de tareas que fomenten la expresión de ideas por parte de su alumnado.

Asumimos el reto de incorporar programas de formación inicial donde los estudiantes puedan vivenciar y reflexionar sobre secuencias en las que se incorporan prácticas científicas como la indagación (*teachers as learners and as thinkers*), de manera que sirvan como referentes para consumir críticamente secuencias diseñadas por otros (*teachers as analyzers*), para que puedan diseñarlas ellos-as mismos-as (*teachers as designers*) y, finalmente, para que traten de implementarlas y evaluarlas en sus aulas (*teachers as a reflective practioner*) (Irakleous, 2015; Papaevripidou, Irakleous, & Zacharia, 2017). Para ello, nos centramos en la formación inicial de docentes, en el Grado en Educación Primaria en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales I (2º curso) (DCE I a partir de ahora) conectándola con los Practicum I y IV (2º y 4º cursos) y con el Trabajo Fin de Grado (TFG) para aquellos estudiantes que nos elijan como tutores.

Este contexto nos permite situar el estudio que presentamos en esta comunicación: un estudio de casos de dos estudiantes del Grado en Educación Primaria, Juan Carlos y Carmen[1], que han adaptado e implementado (en 2º y 5º de E. Primaria respectivamente) una secuencia de indagación sobre el cambio de horas de luz solar a lo largo del año[2] (Jiménez-Liso, Martínez-Chico, López-Gay, & Castillo-Hernández, 2018) y la han evaluado en función de las fortalezas y dificultades detectadas y narradas en su memoria de TFG.

OBJETIVO Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Como objetivo de esta comunicación, nos planteamos analizar el proceso seguido por dos docentes en formación inicial para implementar una secuencia de indagación sobre horas de luz solar ya diseñada (Jiménez-Liso et al., 2018) y pilotada. Para ello, en primer lugar, analizaremos los cambios realizados por Carmen y Juan Carlos para adaptar la secuencia a sus respectivos contextos (2º y 5ª de E. Primaria). En segundo y último lugar,

1 Ambos estudiantes proporcionaron el permiso necesario para que sus nombres aparecieron en la presente comunicación.

2 Consideramos que el número de horas de luz solar se calcula atendiendo al instante en el que aparece por primera vez el borde superior del Sol (orto) y al momento en el que dicho borde desaparece (ocaso) en un horizonte hipotético.

nos centraremos en los criterios que Juan Carlos y Carmen destacan para analizar las fortalezas y dificultades que tuvieron durante la implementación de la secuencia.

Las preguntas de investigación que queremos responder son:

- ¿Qué cambios realizaron para adaptar la secuencia a sus estudiantes? ¿Qué motivos alegaron para realizar los cambios planteados?
- ¿Qué fortalezas y debilidades destacan en sus narraciones tras la implementación de la secuencia?

MARCO TEÓRICO

La propia descripción del enfoque de enseñanza por indagación nos ha permitido analizar los datos que hemos obtenido en este estudio de casos. En concreto, entendemos que la propuesta es de indagación (Jiménez-Liso et al., 2019a) porque los estudiantes se enganchan a un fenómeno, problemática o situación concreta a partir de una pregunta que es cercana, contextualizada e investigable. Posteriormente, los alumnos-as se embarcan en un proceso dialógico a partir del cual expresan y justifican sus ideas personales en cuanto al fenómeno o situación tratados, lo que les permitirá ser conscientes de lo que piensan sobre la pregunta planteada. Estas ideas, que serán entendidas como hipótesis, han de ser probadas planteando posibles diseños (experimentales o no), recopilando los datos obtenidos a través de la implementación del diseño y, finalmente, analizando dichos datos de forma que les permitan aceptar o refutar las hipótesis previamente elaboradas. Las pruebas obtenidas permitirán a los estudiantes el aprendizaje de conocimiento descriptivo, llegar a unas conclusiones y comunicarlas.

CONTEXTO

Juan Carlos y Carmen son dos estudiantes del Grado en Educación Primaria que, además de cursar la asignatura anual de 2º curso donde implementamos una secuencia de indagación sobre el modelo de Sol-Tierra (Jiménez-Liso, Martínez-Chico, Castillo Hernández, & López-Gay, 2019b), nos eligieron como tutores del TFG para conectar esta vivencia con su Practicum IV y TFG (4º curso) con la idea de adaptar, implementar con sus estudiantes de Practicum (2º y 5º curso de E. Primaria) y evaluar una secuencia de indagación sobre horas de luz solar para Primaria (Jiménez-Liso et al., 2018), que habíamos diseñado y pilotado (videograbada) previamente con alumnos-as de 6º de Educación Primaria (Figura 1).

Con la idea de que se apropiaran de la secuencia, les pedimos en primer lugar que la leyeran, que buscaran la bibliografía sobre las ideas personales habituales sobre horas de luz solar para anticiparse a lo que sus alumnos-as responderían y, finalmente, que las compararan con las respuestas que dieron los estudiantes de 6º de E. Primaria en los vídeos de la prueba piloto. Gracias a este proceso, antes de implementarla en sus aulas de prácticas Juan Carlos y Carmen pudieron adaptar la secuencia para su alumnado (2º y 5º de E. Primaria, respectivamente) y diseñaron un cuaderno del alumno-a adecuado a cada curso.

La implementación de la secuencia se realizó con alumnos-as de 2º de Educación Primaria en un colegio concertado (Juan Carlos) y con estudiantes de 5º de este mismo nivel educativo en un colegio público (Carmen), estando ambos centros situados en zona urbana. Tanto Juan Carlos como Carmen estuvieron acompañados por profesores innovadores, por lo que sus alumnos-as estaban acostumbrados a participar activamente en su aprendizaje, dialogando con frecuencia, llevando a cabo asambleas para la resolución de conflictos, etc. Esto facilitó mucho la tarea de los maestros en formación pues, por un lado, los profesores de los centros no pusieron ningún impedimento ante la propuesta de implementar la secuencia y, por otro, los alumnos-as de Educación Primaria se mostraron mucho más abiertos y dispuestos a expresar y discutir sus ideas, diseños experimentales, etc., sin el miedo a errar. Ambos estudiantes contaron con dos horas para implementar la secuencia.

METODOLOGÍA

Para responder a nuestras preguntas de investigación, hemos utilizado una metodología cualitativa-interpretativa de estudio de casos a partir de lo vivenciado por Carmen y Juan Carlos, llevando a cabo, para ello, un *examen detallado, comprehensivo, sistemático y en profundidad* (Sandín Paz, 2003; p. 174) del objeto de estudio en cuestión.

Con el objetivo de evaluar y analizar ambos casos, se comparó la secuencia original propuesta por Jiménez-Liso et al. (2018) con la adaptación elaborada por cada uno de ellos para sus aulas, así como las narraciones de Carmen y Juan Carlos sobre su experiencia implementando la secuencia, aspecto que se incluyó en su Trabajo Final de Grado (TFG). Para dar mayor fiabilidad a estos datos, hemos comparado estas narraciones con las videograbaciones de sus implementaciones, triangulando de esta forma los datos.

Para la evaluación de la implementación, Carmen y Juan Carlos utilizaron como criterios las fases de la indagación descritas en el marco teórico de esta comunicación, analizando si la pregunta había conseguido enganchar a su alumnado, si las actividades promovieron que los alumnos-as expresaran sus ideas, si su alumnado planteó diseños adecuados, coherentes y plausibles para la búsqueda de pruebas, etc.

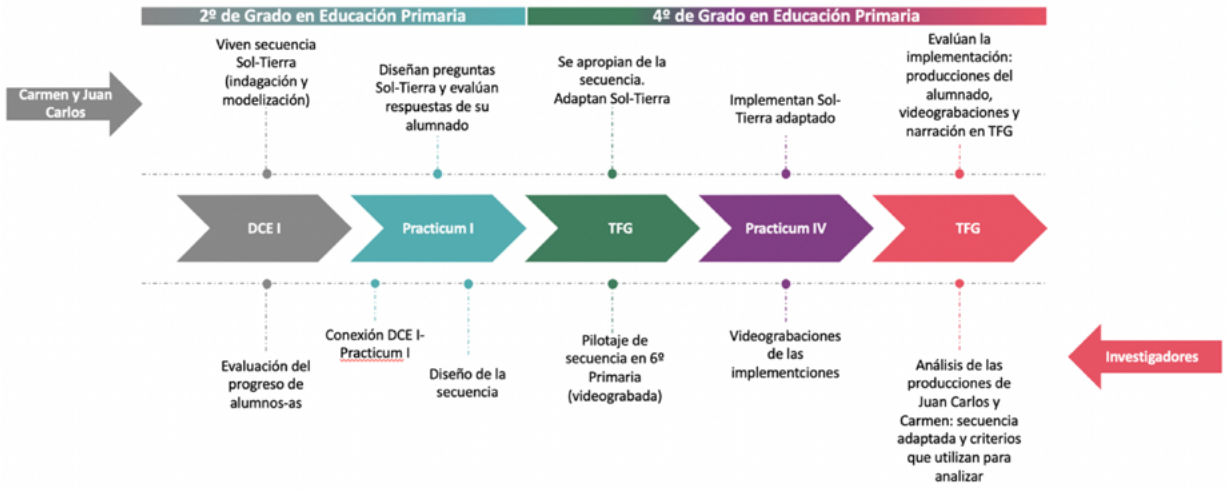


Figura 1. Itinerario formativo de Carmen y Juan Carlos y momentos metodológicos de los investigadores

AVANCE DE RESULTADOS

Presentamos un avance de los resultados que serán desarrollados con mayor profundidad durante la exposición.

Adaptación de la secuencia

De la versión original de la secuencia, que estaba formada por nueve tareas escritas a plantear al alumnado del segundo o tercer ciclo de E. Primaria, Carmen y Juan Carlos decidieron que únicamente serían cuatro en las que sus alumnos-as escribirían, mientras que las cinco restantes se desarrollarían de forma oral.

Según sus narraciones, esta decisión respondió a que, por un lado, contaban con poco tiempo para la implementación de la secuencia (2h) y, por otro, a que percibieron del pilotaje de la secuencia que los alumnos-as se cansaron por el exceso de actividades escritas. Otro motivo argumentado por Carmen y Juan Carlos para la elección de las actividades escritas fue el interés investigador, seleccionando aquellas actividades que podrían servirles para ser analizadas en su evaluación posterior de la secuencia. En concreto, eligieron las cuatro actividades relativas a la expresión de ideas (2 actividades), a la recogida de datos y a la comunicación de las conclusiones.

En su adaptación de la secuencia, tanto Carmen (5º E. Primaria) como Juan Carlos (2º E. Primaria) eliminaron la construcción del modelo alegando a las limitaciones de tiempo (2h) y a la consideración de que sus alumnos-as al ser de Educación Primaria tendrían suficiente con la adquisición del conocimiento descriptivo sobre las horas de luz solar.

Evaluación de la implementación

Tras haber realizado los cambios en la secuencia, procedieron a la implementación y, posteriormente, a la evaluación de esta. En la memoria realizada como parte de su TFG, tanto Carmen como Juan Carlos coinciden en las fortalezas de la secuencia: por una parte, afirman que aquellas actividades destinadas a la expresión de ideas, como la pregunta inicial, funcionaron perfectamente, pues tras preguntar ¿a qué es debido que el 21 de marzo sea el inicio de la primavera y no el 15 de abril?, la mayoría de su alumnado expresaron sus ideas personales y, además, lo hicieron de forma entusiasta como así lo describen en sus narraciones ambos docentes (Tabla 1).

Tabla 1. Reflexiones textuales sobre las fortalezas. Expresión de ideas

JUAN CARLOS (2º E. PRIMARIA)	CARMEN (6º PRIMARIA)
Ante esta pregunta, los alumnos pusieron de manifiesto las ideas previas que tenían sobre esta temática, destacando algunas como que el veintiuno de marzo es el día que nacen las flores, hace más Sol, deja de llover, hace más calor, nos acercamos al verano, etc. Tras lanzar la pregunta, el alumnado se encontraba ansioso por compartir sus opiniones. De esta forma, se pudo cumplir el objetivo planteado previamente para esta actividad. La abundancia de respuestas a esta actividad fueron la esperada, denotaban que la pregunta había movilizado sus ideas y los tenía enganchados...	El alumnado, sorprendido, se ha quedado sin palabras, pues sus caras han mostrado incertidumbre, pero tras insistir en una respuesta, ha comenzado a dar soluciones a través de sus concepciones. Dos alumnas han contestado que se debe a la temperatura. Otra ha respondido que se debe al cambio de hora que hubo días anteriores. Y, como última respuesta, un alumno ha mencionado el solsticio de primavera. Tras estas interpretaciones, se puede confirmar que el objetivo de la actividad se ha cumplido, aunque las respuestas que se esperaban no se corresponden con lo que han contestado.

Ambos manifiestan la importancia de la pregunta inicial para movilizar las ideas personales de sus alumnos-as. Esto es muy relevante, pues están mostrando ser conscientes de la necesidad de plantear preguntas adecuadas que enganchen y movilicen la expresión de ideas personales.

Tanto Juan Carlos como Carmen señalan que el alumnado estuvo enganchado a la hora de demostrar sus hipótesis, dado que al preguntarles *¿cómo podemos demostrar nuestras hipótesis?* los estudiantes propusieron un gran número de diseños posibles y, lo más significativo, ambos maestros destacan que sus alumnos-as fueron capaces de debatir y discutir sobre la validez de estos (Tabla 2).

Tabla 2. Reflexiones textuales sobre las fortalezas. Búsqueda de pruebas

JUAN CARLOS (2º E. PRIMARIA)	CARMEN (5º E. PRIMARIA)
Con esta actividad se esperaba que el alumnado manifestase todas aquellas ideas a través de las cuales pudieran evidenciar de forma científica las horas de Sol. Además, conforme los alumnos y alumnas iban interviniendo, se rechazaban algunas de las hipótesis cuya forma de observación y obtención de pruebas fuese de dificultad. Por tanto, únicamente se aceptaron aquellas propuestas relacionadas con fuentes fiables.	De hecho, el alumnado ha debatido sobre los posibles inconvenientes que podrían ocurrir si se llegaran a emplear

Las debilidades encontradas y descritas por ambos docentes durante la implementación de la secuencia fueron determinadas por los contextos diferentes. Juan Carlos (2º E. Primaria) encontró problemas con respecto a la comprensión de las tablas, concretamente en la actividad 1 del cuaderno del alumno, donde se les solicita que escriban en una tabla las actividades que realizaron durante un día de la semana, especificando la hora en las que estas se llevaron a cabo y si era de día o de noche. También halló dificultades con las horas en su versión original y digital, así como la suma y resta de ellas, lo que provocó que la secuencia durara algo más tiempo del previsto. Así, aprovecharon el contexto para que el alumnado aprendiera dichos contenidos, añadiendo una pregunta no prevista que suscitó gran intriga (*¿por qué el reloj de la pared tiene 12 horas si el día tiene 24 horas?*). Las respuestas fueron muy elocuentes: *porque en el cole no estamos más de doce horas, doce para el día y doce para la noche…* Esto permitió continuar con el estudio de las horas de luz solar y si coincidían o no con las del reloj.

Por su lado, Carmen (5º E. Primaria) no tuvo ningún problema con las tablas que aparecen en la actividad 1 del cuaderno del alumno o con las horas pues sus estudiantes, al estar en un curso superior, ya habían trabajo estos contenidos previamente (Tabla 3).

Tabla 3. Reflexiones textuales sobre las debilidades.

JUAN CARLOS (2º E. PRIMARIA)	CARMEN (5º E. PRIMARIA)
La actividad no funcionó como se esperaba, ya que los alumnos y alumnas no comprendieron qué sucedía a partir de la hora número trece. Esto pudo deberse a que aún no han trabajado el reloj digital y a que en el reloj analógico solamente aparece hasta el número doce.	Cuando se ha explicado no ha habido ningún problema con la actividad. No obstante, cuando el alumnado ha comenzado a rellenar las columnas han surgido dudas sobre qué actividades escribir, ya que en algunas horas coincidían dos o más acciones. A pesar de ello, el alumnado ha sabido la diferencia entre el día y la noche y han respondido lo esperado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What Research Says About Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, *13*(1), 1-12. https://doi.org/10.1023/A

Bogdan Toma, R., Greca, I. M., & Meneses-Villagrác, J. Á. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka*, *14*(2), 442-457.

https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11

Demir, A., & Abell, S. K. (2010). Views of inquiry: Mismatches between views of science education faculty and students of an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(6), 716-741. https://doi.org/10.1002/tea.20365

Irakleous, M. (2015). Teachers' Participation Roles in Inquiry-oriented Professional Development Programs: A systematic review. Nicosia, Cyprus: Unpublished Masters Thesis, University of Cyprus.

Jiménez-Liso, M. R., Giménez-Caminero, E., Martínez-Chico, M., Castillo Hernández, F. J., & López-Gay, R. (2019a). El enfoque de enseñanza por indagación ayuda a diseñar secuencias: ¿Una rama es un ser vivo? En J. Solbes & M. R. Jiménez-Liso (Eds.), *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto* (pp. 99–120). Valencia: Tirant lo blanch.

Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Castillo Hernández, F. J., & López-Gay, R. (2019b). Miradas en los espejos: reflexiones sobre cómo aprendemos ciencias y cómo la enseñamos. En M. Ferreras-Listán, O. Moreno-Fernández, & M. Puig-Gutiérrez (Eds.), *Innovación e investigación en la formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria desde las Didácticas de las Ciencias Experimentales y Sociales* (pp. 155–176). Barcelona: Octaedro.

Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., López-Gay, R., & Castillo-Hernández, F. (2018). ¡Aún no es otoño porque no se han caído todas-todas las hojas! *Aula de Innovación Educativa*, *277*, 28–33.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177-196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. *Nuffield Foundation*, (January), 8.

Papaevripidou, M., Irakleous, M., & Zacharia, Z. (2017). Using Teachers' Inquiry-Oriented Curriculum Materials as a Means to Examine Their Pedagogical Design Capacity and Pedagogical Content Knowledge for Inquiry-Based Learning. *Science Education International*, *28*(4), 271-292.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01

Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A., Sorensen, P., & Oliver, M. (2020). Highly Recommended and Poorly Used: English and Spanish Science Teachers' Views of Inquiry-based Learning (IBL) and its Enactment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *16*(1), 1-16. https://doi.org/10.29333/ejmste/109658

Sandín, M. P.(2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones.*

P.20 Una propuesta para trabajar la cinemática desde la proporcionalidad

Beatriz Pérez-Bueno[1], María Ángeles de las Heras Pérez [2], Roque Jiménez-Pérez[2]

[1] Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU, Departamento de Ciencias Experimentales y Matemáticas, Sevilla, España.

[2] Facultad de Educación Psicología y Ciencias del Deporte, Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva,

España. bperez@ceuandalucia.es

RESUMEN

Se presenta un proyecto de tesis en el cual se pretende demostrar que un proceso de enseñanza-aprendizaje sobre proporcionalidad basado en la modelización y argumentación y en el uso de distintos registros de representación, puede provocar, por un lado, un aumento en la comprensión de las relaciones entre las magnitudes presentes en movimientos uniformes y, por otro lado, una disminución de las dificultades en la resolución de problemas en las tres dimensiones básicas del conocimiento. La recogida de datos se realizará a través de un cuestionario Likert y de un pre y post-test. Contaremos con grupos de discusión y con material gráfico. Los participantes son 100 alumnos del Grado de Educación Primaria. Entre otros resultados esperamos que el alumno sea capaz de resolver problemas de cinemática utilizando, de forma consciente, las estructuras multiplicativas que están detrás de las fórmulas que se suelen usar de forma mecánica.

Palabras clave: resolución de problemas; modelización; registros de representación; proporcionalidad; formación inicial de maestros.

INTRODUCCIÓN

Las Matemáticas están claramente integradas en el aprendizaje de la Física, sin embargo, numerosas investigaciones como la de Redish y Kuo (2015) muestran las dificultades que encuentran los alumnos en utilizar representaciones semióticas de los fenómenos naturales. La atomización en la enseñanza de dichas disciplinas junto con las distintas formas de interpretar las expresiones algebraicas no ayuda a superar dichos obstáculos. Otra de las causas, tal y como señalan Romero y Rodríguez (2003), es la concepción que se tiene en muchos casos de las Matemáticas, entendidas como un simple adiestramiento en el uso de algoritmos aplicables a las Ciencias. Es necesario dar un nuevo enfoque considerando que, más que una relación de aplicación existe una relación de constitución.

Se ve necesario, por tanto, plantear propuestas didácticas donde exista una progresión organizada desde el conocimiento intuitivo al algebraico y donde el conocimiento Físico se relacione con el conocimiento Matemático, vinculando y haciendo explícitas las representaciones en estos dos dominios. Se busca aprovechar los formalismos matemáticos para describir, comprender y cuantificar los fenómenos Físicos (Redish y Kuo, 2015).

A pesar de que dichos fenómenos están presentes en el mundo natural, para su estudio es necesario comprender la situación, buscar modelos que la simplifiquen, introducir restricciones sobre lo observado para reformularlo en términos matemáticos, seleccionar los registros de representación más adecuados (Duval, 2006) y, finalmente, sacar conclusiones y valorar el resultado en términos de la situación inicial (Ferrando, 2019). Para la evaluación o selección de los modelos explicativos será imprescindible que los estudiantes se sustenten en argumentos que permitan identificar las relaciones causa-efecto (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Por último, se considera necesario promover actitudes positivas asociadas al aprendizaje mediante estrategias más dinámicas, cercanas a las realidades del alumnado y que les ayude a gestionar sus emociones en busca de una satisfacción personal (Mora, 2016).

De este modo, se intenta mostrar que, durante un proceso de resolución de problemas, es imprescindible tener en cuenta las tres dimensiones básicas del conocimiento (conceptual, procedimental y actitudinal). Ver figura 1.

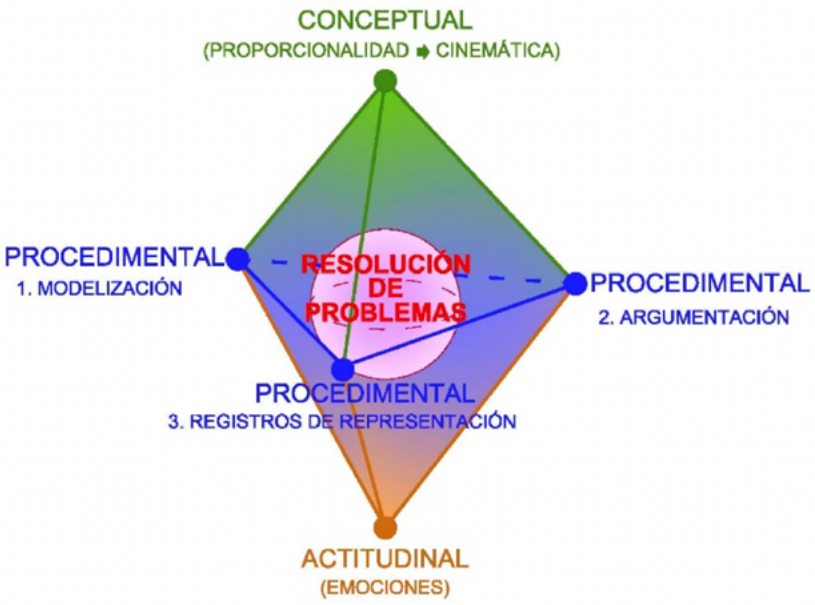


Figura 1. Dimensiones básicas del conocimiento (Elaboración propia)

Escogiendo la proporcionalidad como detonante para la comprensión de conceptos básicos de la cinemática en movimientos uniformes, el objetivo general es, por un lado, analizar las dificultades que los estudiantes para maestro muestran durante la resolución de problemas en las tres dimensiones básicas de construcción del conocimiento y, por otro, comprobar cómo a través de un razonamiento proporcional, significativo y flexible, los estudiantes son capaces de resolver problemas de cinemática sin el uso de fórmulas estandarizadas.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Entendemos la resolución de problemas como un proceso durante el cual el alumno debe combinar, tanto información teórica como procedimientos y actitudes favorables. El objetivo es conseguir la convergencia de estas tres dimensiones básicas del conocimiento y su activación. Durante dicho proceso de resolución, el estudiante deberá aplicar un conocimiento adquirido a la situación que se le plantea, promoviendo una transferencia en el aprendizaje que le permita, por un lado, elegir los procedimientos más adecuados entre todos los que conoce para dar respuesta al problema planteado y, por otro, tener un aprendizaje emocionalmente significativo.

Sin embargo, tal y como opina Chamoso et al. (2014), este planteamiento teórico no siempre coincide con la realidad. La mayoría de los estudiantes simplemente buscan los datos con los que realizar las operaciones que el propio enunciado les sugiere sin analizar el contexto, ni la plausibilidad del resultado obtenido. Es decir, el hecho de que los estudiantes sean capaces de resolver problemas cuantitativos estandarizados sobre proporcionalidad no significa que, cuando se les plantea desde el marco de la Física, obtengan el mismo éxito en su resolución, produciéndose un descenso en las producciones y un aumento en la sensación de no entender. Esto hace pensar que no comprenden ni los fenómenos físicos que en ellos subyace ni la modelización matemática necesaria para representar el fenómeno.

Dimensión conceptual

Proporcionalidad

El objeto matemático escogido para trabajar dicha modelización es la proporcionalidad puesto que investigaciones como la de Martínez et al. (2015) consideran que en el estado actual de la enseñanza de la proporcionalidad se observa una gran despreocupación en el manejo de magnitudes y se trabaja básicamente desde un punto de vista numérico, no se define la razón entre magnitudes como la cantidad de una nueva magnitud y la caracterización de los distintos tipos de proporcionalidad se basa en razonamientos erróneos o incompletos (a más, más; a menos, menos, etc.). Esto hace que los estudiantes en formación inicial muestren limitaciones para afrontar situaciones de proporcionalidad entre magnitudes, tanto en la resolución de problemas como en su uso en situaciones cotidianas (Buforn, Ilinares y Fernández, 2018) y, por ende, en situaciones problemáticas en el ámbito de la Física fundamental.

Proporcionalidad en Cinemática

Gran parte de las leyes de la Física se sustentan en el razonamiento proporcional, sin embargo, investigaciones, como la de Monterrubio-Pérez et al. (2019), muestran que los estudiantes no son capaces de ver las relaciones de proporcionalidad entre las magnitudes implicadas.

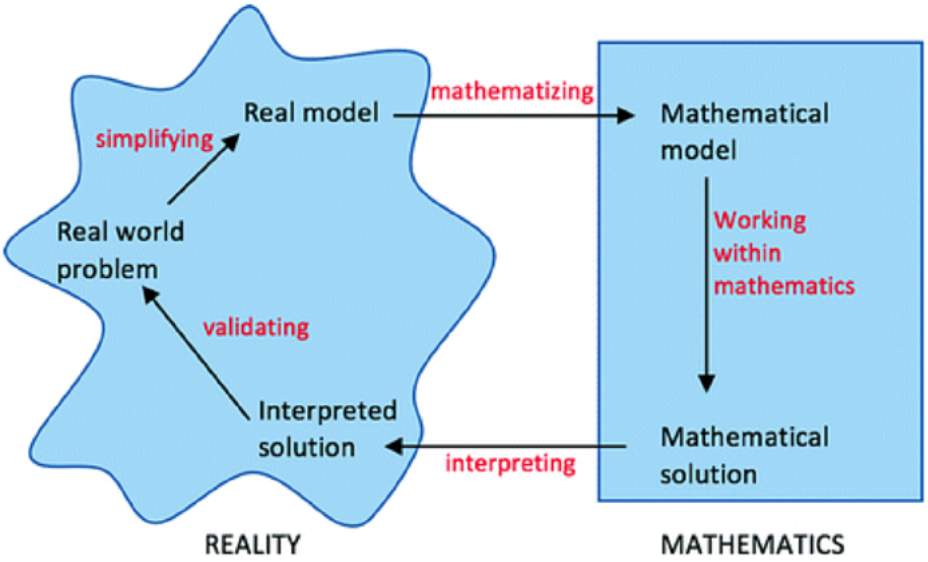
El tópico escogido es la Cinemática, pues su estudio reúne ciertas características que ayudan a alcanzar los objetivos de esta investigación: por un lado, la fácil contextualización de situaciones problemáticas que hace que las restricciones necesarias para simplificar el fenómeno se hagan más evidentes y, por otro, las relaciones proporcionales que se establecen entre las magnitudes implicadas en movimientos uniformes. Se considera necesario que el alumnado asimile el concepto de proporcionalidad para, a partir de su significado, construya los conceptos de posición, velocidad y aceleración, los cuales constituyen la columna vertebral en el análisis de situaciones que involucran el movimiento uniforme.

Dimensión procedimental

Modelización

Puesto que nuestro interés es aplicar las matemáticas en el ámbito de la Física (situación extra-matemática), utilizaremos la representación de la modelización circular de Maaβ (2006), la cual especifica una serie de pasos: 1) comprensión y simplificación del fenómeno, 2) búsqueda de un modelo matemático que lo represente,3) resolución matemática razonada para la obtención de los posibles resultados y 4) interpretación y validación del resultado en términos de la situación real.

Figura 2. Modelización circular de Maaβ (2006)



Argumentación

Para la evaluación o selección de los modelos explicativos será imprescindible que los estudiantes se sustenten en argumentos que permitan identificar las relaciones causa-efecto (Jiménez-Aleixandre, 2010). Buscamos evidencias de: 1) la comprensión del texto del problema y, por lo tanto, de los datos que en él se ofrecen, 2) las restricciones necesarias que hagan que seleccionen un modelo u otro para simplificar la realidad del problema, 3) el conocimiento teórico necesario que se ajuste al modelo elegido y que permita la resolución del problema, 4) justificación del contenido teórico escogido, 5) resolución razonada mediante varios registros de representación, ya que indicará el grado de conocimiento del objeto matemático o fenómeno Físico, 6) una coherencia del resultado y 7) la refutación de la conclusión. Todos estos elementos característicos podrían considerarse como parte del modelo de Toulmin (1958) que, a pesar de que cuando lo formuló nunca hizo alusión a sus potenciales educativas, su adaptación encaja perfectamente a las necesidades del aula.

Figura 3. Adaptación propia del Modelo de Toulmin (1958)

Registros de representación

No es posible matematizar un fenómeno sin utilizar registros de representación. El uso de distintas representaciones para el mismo fenómeno y las conexiones entre ellas favorecen la comprensión de este (Macías, 2016). Los alumnos deberán dominar los distintos niveles que proponemos y que son una adaptación de los formulados por García (2010):1) nivel manipulativo en el cual los estudiantes representan los datos con materiales tangibles y llegan al resultado del problema realizando distintas acciones con los mismos, 2) nivel pictórico donde el alumno resuelve el problema mediante representación gráficas. En estos dos niveles no son necesarios los cálculos formales ya que el estudiante se apoya en experiencias propias y procedimientos mentales, sin embargo, en nivel posteriores, las representaciones pasan a ser semióticas. 3) Nivel simbólico basado en las operaciones aritméticas necesarias para la resolución del problema y 4) Nivel algebraico centrado en la aplicación razonada de las fórmulas matemáticas. No podemos olvidar que, para una buena argumentación del proceso de la resolución, independientemente del nivel en que se encuentre, será necesario el uso del lenguaje natural.

Cada una de estas etapas está recogida en alguno de los registros de representación propuestos por Duval (2006).

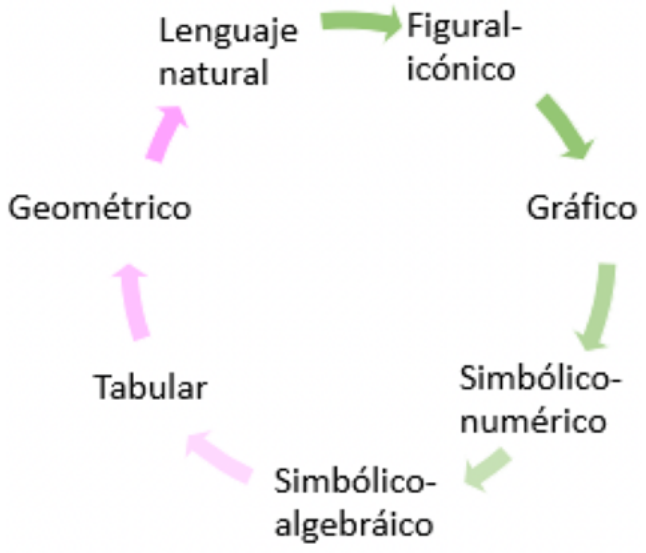


Figura 4. Registros de representación de Duval (2006)

Dimensión actitudinal

Una actitud, según Coll et al. (1994), implica tanto una componente cognitiva como una emocional que influyen en la tendencia a la acción.

Vivimos en una cultura que ha infravalorado las emociones y sobrevalorado la razón. Sin embargo, el lado emocional reporta una gran influencia sobre la elaboración de una gran cantidad de constructos tales como, la motivación (Mora, 2016), el autoconcepto y la autoeficacia (Brígido y Borrachero, 2011), así como la inteligencia emocional (Goleman, 1996), que actúan como motores que impulsan la construcción del conocimiento.

METODOLOGÍA

La metodología por utilizar será tanto cuantitativa, mediante una modalidad cuasiexperimental, descriptiva y correlacional; como cualitativa a partir de un estudio de casos, puesto que entendemos que ninguno de los dos enfoques puede estar desligado uno del otro. Además, la fase de implementación permitirá incluir un proceso de investigación-acción.

Problemas planteados

- ¿Qué dificultades tienen los alumnos durante la modelización y argumentación en un proceso de resolución de problemas?
- ¿Qué tipo de registros de representación utilizan los alumnos para matematizar el contexto del problema planteado? ¿Establecen conexiones entre ellos?
- ¿Son capaces los alumnos de resolver problemas de cinemática, en movimientos uniformes, utilizando exclusivamente estructuras multiplicativas y proporcionalidad?

Contexto y muestra

La investigación se está llevando a cabo en un centro de estudios universitario privado situado en la localidad de Bormujos. La muestra circunstancial escogida de 100 alumnos forma parte del primer curso del Grado de Educación Primaria en la formación inicial de Maestros durante el curso académico 2019/2020.

Instrumentos de recogida y análisis de datos

- *Pruebas de diagnóstico*: Compuestas, por un lado, por actividades que se caracterizan de "lápiz y papel", con planteamientos de distintas situaciones para asegurar la flexibilidad, tanto en la estrategia del proceso de resolución como en el uso de registros de representación y, por otro lado, por una lista de 10 emociones en las cuales el alumno se tiene que identificar en una escala de 0 (nada experimentada) al 5 (intensamente experimentada) durante el proceso de resolución de problemas.
- *Entrevistas semiestructuras*: Con el objetivo de fortalecer los resultados cuantitativos y tener una visión más sistémica del estudio plateado, se escogerán grupos de discusión para dialogar sobre los conocimientos, sensaciones y pensamientos.
- *Material gráfico*: Qué permitirá tener una práctica autorreflexiva para adaptarse y mejorar el proceso mediante una investigación-acción
- *Listado de dificultades*: Para el análisis cuantitativo de la modelización y de la argumentación durante la resolución de problemas.

Diseño de la investigación

Fase de diagnóstico

Se basa en detectar, mediante una prueba de resolución de problemas, las dificultades que muestran los estudiantes teniendo en cuenta las tres dimensiones anteriormente mencionadas y comprobar en qué medida los estudiantes aprovechan su conocimiento matemático sobre estructuras multiplicativas, para describir y cuantificar fenómenos Físicos.

Es primordial compartir los resultados obtenidos con los estudiantes para que sean conscientes de sus propios obstáculos de aprendizaje.

Fase de diseño e implementación de la intervención

Una vez detectadas, se diseña un plan de intervención donde, inicialmente, se trabaja el uso de estructuras multiplicativas en problemas de isomorfismo de medidas (Vergnaud, 1983) puesto que son precursores del razonamiento proporcional. Posteriormente, se asimilan conceptos como fracción, razón y proporción en términos de magnitudes de numerosidad para, finalmente, trabajar la Cinemática. Destacar que cada proceso de resolución problemas conlleva modelizar, argumentar y el uso de distintos registros de representación.

Esta fase permite una indagación introspectiva a partir de un registro de datos con el fin de implementar una investigación-acción.

Fase de evaluación

Nuevamente, los estudiantes se someterán a una prueba de resolución de problemas con el objetivo de evaluar y contrastar los nuevos resultados con los del diagnóstico.

RESULTADOS ESPERADOS

Este estudio está en trámite de desarrollo, pero podemos adelantar algunos resultados esperados:

Seguir las fases de forma consciente a la hora de modelizar los fenómenos y argumentar el proceso de resolución podría ayudar a que los estudiantes detecten, trabajen y superen sus propias dificultades.

Dominar distintos registros de representación y sus conversiones podría facilitar un aprendizaje significativo y, por tanto, capacitar para conectar un mismo concepto en distintos contextos.

La cinemática elemental podría acercar el lenguaje matemático a la Física, trabajando los conceptos básicos mediante un razonamiento proporcional en lugar de resolver los problemas de forma mecánica a través del uso de fórmulas sin significado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brígido, M. y Borrachero, A. B. (2011). Relación entre autoconcepto, autoeficacia y autorregulación en ciencias de futuros maestros de Primaria. *INFAD Revista de Psicología*, *1*(2), 107-113. Recuperado de: http://infad.eu/RevistaINFAD/index.php/publicaciones/revista-infad-2011/no2-volumen-1-indice/

Buforn, Á., Llinares, S., y Fernández, C. (2018). Características del conocimiento de los estudiantes para maestro españoles en relación con la fracción, razón y proporción. *Revista mexicana de investigación educativa*, *23*(76), 229-251. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6523386

Chamoso, J. M., Vicente, S., Manchado, E., y Múñez, D. (2014). Los Problemas de Matemáticas Escolares de Primaria, ¿son solo Problemas para el aula? En I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe (pp, 1-17) Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/3744/

Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B y Valls, E. (1994). *Contenidos en la reforma*. Santillana S.A.

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La gaceta de la RSME*, 9(1), 143–168. Recuperado de: http://gaceta.rsme.es/vernumero.php?id=61

Ferrando, I. (2019) Avances en las investigaciones en España sobre el uso de la modelización en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas En J.M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J.M. Muñoz y Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 43-64). Valladolid: SEIEM. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/14462/

García, S. (2010). *Resolución de problemas matemáticos en la escuela primaria. Proceso representacional, didáctico y evaluativo*. México: Trillas.

Goleman, D. (1996*). La inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *Diez ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Maaβ, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113-142.

Macías Sánchez, J. (2016). Diseño y estudio de situaciones didácticas que favorecen el trabajo con registros semióticos (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid). Recuperado de: http://eprints.ucm.es/40389/1/T38101.pdf

Martínez, S., Muñoz, J. M., Oller, A. M. y Pecharromán, C. (2015). Una propuesta innovadora para la enseñanza de la proporcionalidad aritmética en el primer ciclo de ESO. En Consejería de la Educación de la Junta de Castilla y león. (Ed.), *Actas del Congreso: Las Nuevas Metodologías en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas*. (pp. 459-470). Consejería de Educación de Castilla y León. Recuperado de: https://riemann.unizar.es/grupodidactica/data/uploads/martinez-munoz-oller-pecharroman-2015-proporcionalidad.pdf

Monterrubio-Pérez, M. C., González-Astudillo, M. T., García-Olivares, A., Rodríguez-Cornejo, P. y Rodríguez-Barrueco, M. J. (2019). ¿Existe desconexión en la enseñanza de las matemáticas y la física en Educación Secundaria? En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.). *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 443-451). Valladolid: SEIEM. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/14499/1/Monterrubio2019Existe.pdf

Mora, F. (2016) *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.

Redish, E. F. y Kuo, E. (2015). Language of physics, language of math: disciplinary culture and dynamic epistemology. *Science and Education*, 24, 561-590. Recuperado de: https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-015-9749-7

Romero Chacón, A. E.y Rodríguez, L. (2003). La formalización de los conceptos físicos. El caso de la velocidad instantánea. *Revista Educación y Pedagogía, 15*(35), 55-67. Recuperado de: https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/issue/view/626

Toulmin, S. (1958). The uses ofargument. Cambridge: Cambridge: UniversityPress. Traducción española de Morrás, M. y Pineda, V. (2007). Los usos de la argumentación. Barcelona: Península.

Vergnaud, G. (1983) Multiplicative structures. In R. Lesh, y M. Landau (Eds). *Acquisition of mathematics: Concepts and Processes*. (pp. 128-174). N.Y.: Academic Press.

P.21 Evolución de las ideas en torno al Cambio Climático y Adelgazamiento de la Capa de Ozono en un grupo de alumnos de Master de Investigación

Mª del Carmen Conde Núñez, Jin Su Jeong, David González Gómez y J. Samuel Sánchez Cepeda

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. cconde@unex.es

RESUMEN

En el contexto de la asignatura "Iniciación a la Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales" del Master de Investigación en Ciencias Sociales (Ciencias de la Educación), se lleva a cabo una investigación en una de las líneas de interés del Área de Conocimiento: las ideas alternativas en torno al Cambio Climático y al Adelgazamiento de la Capa de Ozono. Se obtienen las ideas del alumnado antes, durante y después de una intervención según una secuencia didáctica. Observamos cómo esta secuencia concreta de carácter constructivista ha permitido hacer evolucionar las ideas alternativas aparecidas en relación a ambos problemas ambientales, aunque en algún caso permanecen ideas más difíciles de hacer evolucionar. Utilizar distintos instrumentos en la detección de ideas puede ayudarnos a precisar si existe una efectiva evolución en las mismas.

Palabras clave: Cambio climático; ideas alternativas; constructivismo; adelgazamiento de la capa de ozono; evolución conceptual.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha sido el tema ambiental más relevante en el inicio del curso (2019-2020). La Huelga Mundial por el Clima y la Cumbre del Clima (COP25) han hecho que fuera un tema de gran interés para toda la sociedad. Nos pareció clave adaptar la formación para iniciarles en la investigación seleccionando la cuestión del Cambio Climático. Creímos importante que partieran de sus propias ideas, y fueran conscientes de cómo poder obtenerlas a través de distintos instrumentos y momentos en cualquier investigación. También queríamos que fueran conscientes de estar participando en una propuesta con una secuencia didáctica con la intención de hacerlas evolucionar. La intervención pasó por distintos momentos que tenían el nexo común de tener en cuenta las ideas previas y hacerlas explícitas.

MARCO TEÓRICO

Las investigaciones anteriormente desarrolladas (Blanco, 2016; Conde, Rodríguez, Ruíz y Sánchez, 2012; Conde, Sierra, Sánchez y Ruiz, 2013; Rodríguez, 2012; Sierra, 2012), considerando trabajos como los de Punter, Ochando y García-Gómez (2011), reflejaron ideas alternativas sobre Cambio Climático y Adelgazamiento de la Capa de Ozono tales como que los alumnos pensaban que la radiación ultravioleta es la que tenía que ver con el Cambio Climático, que el Adelgazamiento de la Capa de Ozono contribuía al Cambio Climático, interpretaban el Efecto Invernadero como un problema ambiental exclusivamente, así como ideas alternativas presentes en relación con las causas y consecuencias.

Estas ideas coinciden con las expresadas en los trabajos de Koulaidis y Christidou (1999) con alumnos de primaria, y García-Rodeja y Lima (2012) con alumnos de secundaria. Para hacer evolucionar las ideas alternativas del alumnado en relación con el Cambio Climático estos últimos autores han sido una referencia importante. Destacamos las propuestas de estos autores como la relativa a la idea de que para enseñar el Efecto Invernadero adecuadamente debemos centrarnos en aclarar la distinción conceptual entre radiación solar y terrestre, Koulaidis y Christidou (1999) o la aportación de García-Rodeja y Lima (2012) recomendando que el alumnado exprese sus propios modelos de pensamiento, haciendo explícitas sus ideas y confrontándolas. También la invitación a que clarifiquen las causas y las consecuencias de ambos problemas explicando mecanismos específicos de ambos.

El modelo didáctico de investigación escolar ha sido el referente más cercano en nuestro estudio con el fin de hacer evolucionar las ideas del alumnado. Se caracteriza por ser una construcción constructivista del aprendizaje, una concepción social de aprendizaje, basado en el trabajo en equipo, en procesos comunicativos..., una metodología activa centrada en el alumno, impulsando su implicación y protagonismo en el proceso de aprendizaje y una evaluación o contraste del proceso (Rivero, Martín del Pozo, Solís y Porlán, 2017).

Secuencia Didáctica llevada a cabo

La secuencia didáctica llevada a cabo ha querido tener una orientación cercana al constructivismo. Las preguntas de las que partíamos eran: ¿existen ideas alternativas en relación al Cambio Climático y al Adelgazamiento de la Capa de Ozono tanto en el grupo clase como en la sociedad?, ¿cómo podemos detectarlas y hacerlas evolucionar?, ¿a qué se debe que cueste hacer evolucionar estas ideas? La secuencia didáctica consta de seis momentos que se desarrollan a lo largo de cinco semanas consecutivas de clase, con dos horas de duración cada una (un total de 10 horas). Además de trabajar las ideas en torno al Cambio Climático se dedicaba tiempo a conocer más a fondo la línea de investigación "Concepciones alternativas del alumnado en ciencias". Se añade un momento más, el séptimo, que se llevó a cabo un mes después en una prueba de evaluación.

En el primer momento, el día de presentación de la asignatura, se pasa el cuestionario para detectar ideas previas sobre Cambio Climático y Adelgazamiento de la Capa de Ozono.

En el segundo momento tuvimos como referencia la experiencia de Koulaidis y Christidou (1999) en la que se reparten tarjetas con cuestiones relacionadas con estos temas donde el alumnado de Primaria las debía agrupar teniendo en cuenta algún criterio concreto. Nosotros planteamos una variante para la actividad, a modo de juego de rol, repartiendo un total de 29 tarjetas, una por cada alumno, con términos relacionados con estas cuestiones. Se agrupan por un lado las personas cuyas tarjetas tengan que ver con el Cambio Climático y se van a un extremo. Después lo repetimos, en este caso a una distancia más lejana, con el Adelgazamiento de la Capa de Ozono. Se les deja que argumenten entre ellos por qué eligen colocarse en un problema o en el otro, o en los dos al hacer esa propuesta en momentos consecutivos. Así, a modo de juego de rol, representan el papel de la tarjeta asignada (Cambio Climático, Adelgazamiento de la Capa de Ozono, Anhídrido Carbónico, Metano, CFCs, Troposfera, Estratosfera, Radiación Infrarroja, Radiación Ultravioleta, Oso Polar, Corales, Vegetación, Vapor de agua, etc.). Con esa tarjeta argumenta el por qué se sitúa con la misma en el problema elegido, y terminan viendo las cuestiones que ayudan a explicar cada problema.

Ellos mismos, con la orientación del profesorado después de sus argumentaciones, deciden reelaborar sus agrupaciones de alguna manera. Nuestro papel como guías consistía en plantearles alguna pregunta después de su primera justificación que les pudiera servir para crear alguna duda, o incluso tratar de generar algún conflicto cognitivo al respecto, con la intención de que lo consideraran si querían cambiar su posicionamiento. En ese caso sus compañeros podían también después ayudarles a modificar sus argumentos. Así se generaban nuevas agrupaciones finalmente para explicar los problemas.

En el tercer momento, una semana después, y ante las cuestiones y dudas surgidas, para las que además se les dijo buscasen información al respecto, se lleva a cabo una intervención del profesorado de la asignatura, que explica la investigación llevada a cabo por Koulaidis y Christidou (1999). Con las conclusiones se presenta una explicación didáctica que trate de recoger las propuestas presentaba, fundamentalmente la idea de que para enseñar el Efecto Invernadero adecuadamente debemos centrarnos en aclarar la distinción conceptual entre radiación solar y terrestre. Esto podría lograrse haciendo énfasis en que la Tierra emite radiación infrarroja que es distinta de la radiación solar. También se recogen las ideas de García-Rodeja y Lima (2012) en las que se incide en que los estudiantes expresen sus propios modelos de pensamiento, que hagan explícitas sus ideas y las confronten con las de otros estudiantes y las del profesor para probar su coherencia, y también que se clarifiquen las causas y las consecuencias de la disminución de la Capa de Ozono y el Calentamiento Global incluyendo los mecanismos específicos.

Una vez que ellos fueron conscientes de sus ideas alternativas de partida con ese juego de rol, habiendo buscado información complementaria sobre ello y viendo las orientaciones de los autores anteriores, llevamos a cabo nuestra propuesta explicativa, que se centró en este esquema para comenzar la clarificación: una especie de modelo visual que permitía situar ambos problemas juntos para ver las diferencias mejor, visualizando ambos: lugar en el que se sitúan dichos problemas, tipos de gases que los causan, tipos de radiación, etc. Ver Figura 1.

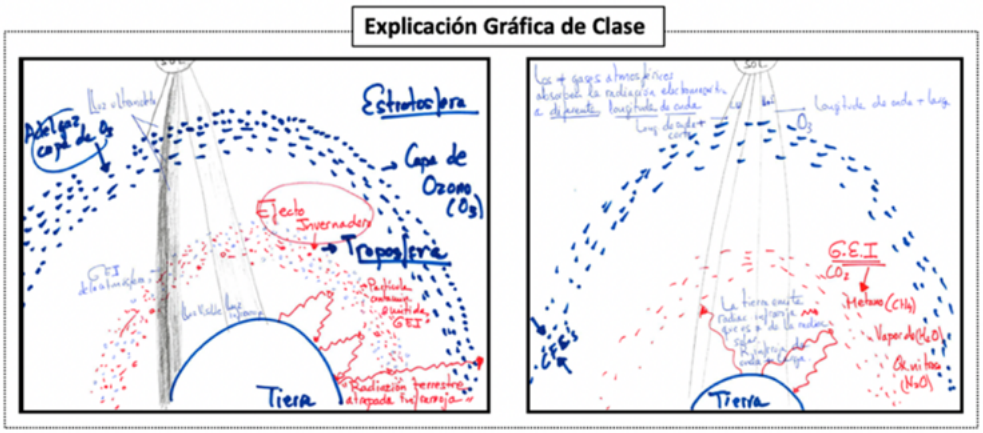


Figura 1. Explicaciones gráficas de clase sobre la diferenciación del Efecto Invernadero respecto al Adelgazamiento de la Capa de Ozono, con la diferenciación entre radiación solar y terrestre

En el cuarto momento, una semana después de estas explicaciones, y profundizando a la vez sobre instrumentos para detectar las ideas alternativas, se les pide elaboren el primer mapa conceptual grupal sobre ambos problemas, como una forma más de detectar las ideas alternativas que pudieran existir aún. No se deja material complementario para elaborarlo.

En el quinto momento, una semana después de la anterior intervención, se presentan en clase todos los mapas conceptuales elaborados por ellos, y entre todos, en una puesta en común del grupo clase se pide detectar las ideas alternativas que aparecen en ellos. Se analizan y comentan.

En el sexto momento, el último día de clase, de nuevo una semana después de la anterior, se les pide en 10 minutos que elaboren su último mapa conceptual sobre ambos problemas, igualmente sin material complementario de apoyo.

En el séptimo momento se vuelve a pasar por última vez al alumnado el mismo cuestionario para detectar ideas previas sobre cambio climático y adelgazamiento de la capa de ozono que pasamos al inicio del curso.

Objetivo

- Extraer las ideas alternativas en torno al Cambio Climático y el Adelgazamiento de la Capa de Ozono de un grupo de alumnos de Master.
- Ver la evolución de esas ideas después de llevar a cabo una secuencia didáctica en el aula.

METODOLOGÍA

Nos situamos dentro de una orientación metodológica cualitativa y cuantitativa. Es un estudio de carácter descriptivo e interpretativo.

Para obtener la información, en primer lugar se pasa un cuestionario basado en Blanco (2016) validado en las investigaciones previas (Rodríguez, 2012; Sierra, 2012). Se hizo a través de la plataforma Google Forms que después se pasa a Excel (pre- y post-test).

Los siguientes resultados se obtienen a partir de los mapas conceptuales elaborados por los distintos grupos de trabajo de alumnos de clase, un total de 9 grupos (los mismos desde el inicio). Para Pontes (2012, p.108)

“los mapas conceptuales son especialmente útiles en educación científica cuando los alumnos aprenden a construir sus propios modelos mentales, de forma individual trabajando en grupo, integrándose como actividades que se desarrollan en el marco de una metodología educativa de carácter constructivista”

Basándonos en esas ideas, hemos hecho uso de los mapas conceptuales obtenidos en el momento intermedio cuarto (el primero de ellos) y otro en el momento sexto, antes de la evaluación.

Para organizar la información obtenida de los mapas y analizarla después, codificamos con números consecutivos los mapas presentados por los grupos y dentro de ellos las respuestas se cuantifican agrupándolas en distintas categorías.

Nos centramos en este estudio en tres de ellas, que son el tipo de radiación, las causas y las consecuencias de ambos problemas.

El contexto de estudio se desarrolla con la secuencia didáctica antes explicada. La muestra la componen 29 estudiantes de Master de Investigación en Ciencias Sociales (Ciencias de la Educación) en la asignatura Iniciación a la Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Resultados obtenidos en el momento inicial y final a través del cuestionario:

En la Tabla 1 se han extraído algunos de los resultados recabados a través del cuestionario. De acuerdo con estos datos, podemos observar cómo inicialmente alrededor del 45% de los estudiantes consideran que el cambio climático es una invención de la comunidad científica, visión que cambia drásticamente una vez llevada a cabo la intervención, donde cerca del 90% de los estudiantes están en total desacuerdo con la afirmación planteada.

En cualquier caso, como se observa en los resultados recabados de la segunda pregunta, tanto en el pre-test como en el post-test, la mayoría de estudiantes consideran que el Cambio Climático afecta de forma negativa al planeta. En relación con los gases que contribuyen al aumento del Efecto Invernadero, de forma inicial identifican al "Dióxido de Carbono", "Metano" y "Gases CFC". En esta selección inicial, ningún estudiante considera que el "Vapor de Agua" contribuye al Efecto Invernadero. Tras la intervención, cerca del 77% de los estudiantes seleccionan, además de los anteriores, al Vapor de Agua como gas que contribuye a incrementar el Efecto Invernadero.

En relación con la pregunta sobre el tipo de radiación responsable del Cambio Climático en la Tierra, de forma inicial el 89,7% de los estudiantes identifica a la "Radiación Ultravioleta", mientras que tras la intervención este porcentaje sube hasta el 13,8% de los estudiantes.

Finalmente, buscando la relación entre las creencias que los estudiantes tienen en relación con el incremento del Agujero de la Capa de Ozono y el Cambio Climático, inicialmente una amplia mayoría consideran que existe una relación entre ambos fenómenos, mientras que al final de la intervención, el porcentaje de estudiantes que consideran esta relación disminuye hasta el 14,8%:

Tabla 1. Extracto de respuestas proporcionadas al inicio y final de la intervención

N.	Descripción	Pre-test	Post-test	Comentario
1.	El cambio climático propuesto por la comunidad de científicos desde hace años es una invención para que cuidemos mejor el planeta.	54,2%	88,9%	% Estudiantes que seleccionan "totalmente en desacuerdo"
7.	¿Crees que *el cambio climático puede afectar de forma negativa al planeta?*	83,3%	100%	% Estudiantes que seleccionan "totalmente acuerdo"
11.	La luz del sol está formada por diferentes tipos de radiaciones que se diferencian en su energía. El tipo de radiación que es responsable del cambio climático es: radiación infrarroja, radiación ultravioleta, radiación visible y rayos X.	89,7%	13,8%	% Estudiantes que seleccionan "Radiación ultravioleta"
22.	La siguiente afirmación "el incremento del agujero de la capa de ozono implica un cambio climático en la tierra".	83,3%	14,8%	% Estudiantes que seleccionan "totalmente en acuerdo"

Estas ideas alternativas son coincidentes con las obtenidas en otros estudios Koulaidis y Christidou (1999) o los recogidos en el artículo de García-Rodeja y Lima (2012), Sierra (2012), Conde, Sierra, Sánchez y Ruíz (2013), y Blanco (2016). Llama la atención el alto porcentaje que sigue considerando el Cambio Climático como una invención de los científicos en el inicio, y aunque aumenta mucho el número de personas que están totalmente en desacuerdo en el cuestionario final, un 10% sigue pensando así.

Resultados obtenidos en el momento intermedio a través de los mapas conceptuales:

En relación al Cambio Climático:

Permanecen ideas en 3 de los 9 grupos, como adjudicar poder efecto invernadero a gases que no contribuyen al mismo, como el Nitrógeno (3 casos) y el Oxígeno (2 casos), o la idea alternativa de que los rayos ultravioleta son los relacionados con este problema (2 casos).

En relación con la Capa de Ozono:

En 5 de los grupos no hay ideas alternativas explícitas aunque pudieran estar alineadas entre los conocimientos científicos igualmente.

En 4 de los grupos del total de 9 aparecen las siguientes ideas alternativas:

- Relacionadas con la radiación: ligar este problema de alguna manera con los rayos infrarrojos (3 casos).
- Relacionadas con las causas: vacas como un factor responsable (1 caso), gases como oxígeno (1 caso), anhídrido carbónico (2 casos), vapor de agua (2 casos), nitrógeno (1 caso), óxido nitroso (1 caso), metano (1 caso), ozono (1 caso). Atribuirlo a otras causas como combustión, uso de coches, radioactividad o energía nuclear (1 caso).
- Relacionadas con las consecuencias: lluvia ácida (1 caso), efecto invernadero (1 caso), aumento de temperatura (1 caso), deshielo (1 caso), incendios (1 caso), afecta a especies como el oso polar (1 caso) y la hidrosfera (1 caso).

Resultados obtenidos en el momento final a través de los mapas conceptuales:

En relación al Cambio Climático aparece una idea alternativa desarrollada en uno de los grupos que es pensar que la energía solar queda atrapada en la Capa de Ozono. Ver Figura 2. Esta idea alternativa que permanece es coincidente con el modelo explicativo 2B del estudio de García-Rodeja y Lima (2012) p.211 que se refiere a: “La Capa de Ozono es la que mantiene la temperatura del planeta”.

En relación al adelgazamiento de la Capa de Ozono. Solo en uno de los nueve grupos aparecen de nuevo causas debidas a la combustión de vehículos (1 caso) y consecuencias como el Efecto Invernadero (1 caso). Ver Figura 3.

Estas ideas corresponderían al modelo 2A de García-Rodeja y Lima (2012, p.211), que se refieren a “Desgaste de la Capa de Ozono o aumento de los Agujeros de la Capa de Ozono”. El mecanismo explicativo que argumentan las autoras en este modelo es que “la disminución de la capa de ozono deja pasar más radiación solar. En relación a esto que acabamos de ver en el momento final, en el que aún permanecen ciertas ideas alternativas como estas y coincidiendo con estas autoras, pensamos que los modelos que presentan mayor grado de coherencia intrínseca parecen ser más difíciles de modificar.

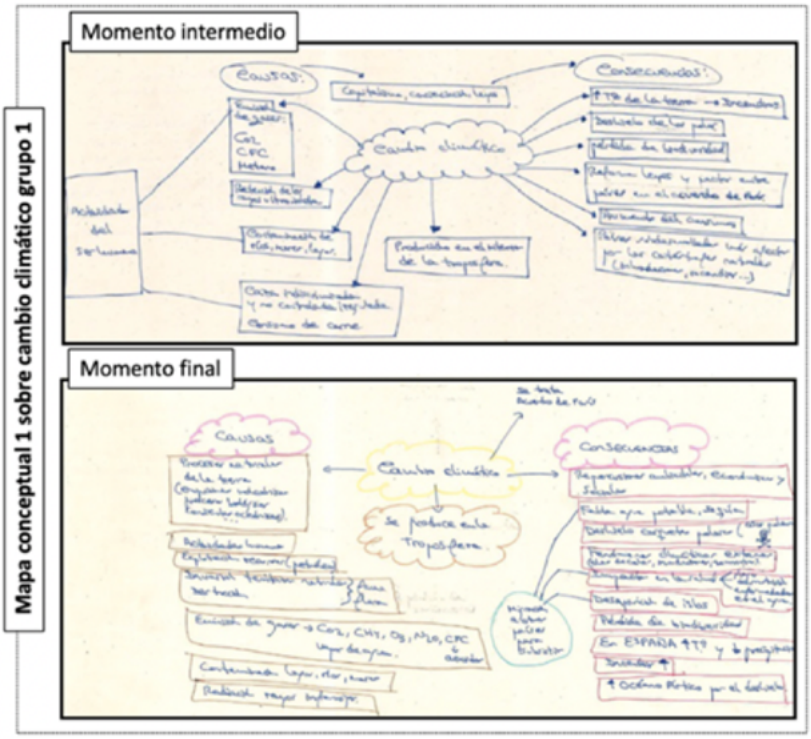


Figura 2. Mapa conceptual g-1 sobre Cambio Climático (momento intermedio y final)

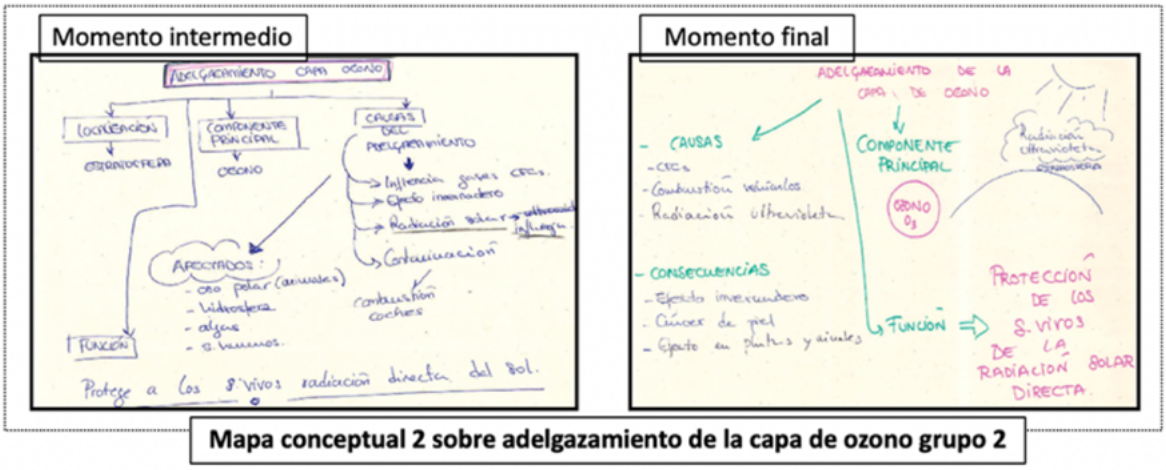


Figura 3. Mapa conceptual g-2 sobre adelgazamiento de la Capa de Ozono (momento intermedio y final)

CONCLUSIONES

Las ideas alternativas que aparecen en el momento inicial son coincidentes con estudios anteriores y siguen teniendo que ver con: no entender al efecto invernadero como un fenómeno natural, pensar que la radiación ultravioleta es la que tiene que ver con el cambio climático, mezclar ideas sobre causas y consecuencias de un problema con el otro e incluso seguir pensando que este problema es una invención de los científicos.

Vemos cómo cuesta hacer evolucionar estas ideas, y se necesitan distintos momentos para lograrlo. Algunas ideas alternativas continúan apareciendo al final de la intervención en mayor porcentaje. Nos parece con ello que esas ideas son bastantes persistentes. Algunas, coincidiendo con lo que expresan García-Rodeja y Lima (2012), pueden deberse a que ciertos modelos explicativos del alumno tienen mayor grado de coherencia intrínseca y parecen ser más difíciles de modificar como podría ocurrir en estos casos.

Finalmente se logró una evolución en algunas de sus ideas que nos muestra cómo la secuencia constructivista llevada a cabo en el aula en distintos momentos puede favorecer el logro de los resultados esperados, a pesar de que aún permanezca alguna de esas ideas alternativas coincidente con ciertos modelos explicativos más difíciles de modificar en uno de los grupos, si nos fijamos en los datos obtenidos a partir de los mapas conceptuales.

La idea persistente que incluso aumentó en porcentaje y que relaciona la Radiación Ultravioleta con el Cambio Climático solo se ha podido detectar a través del cuestionario final, y no en los mapas conceptuales. Quizá un planteamiento de pregunta más concreto, como el que se les hizo en el cuestionario, les hiciese dudar y cuestionarse de nuevo algo que parecía haber evolucionado por lo que vimos en los mapas conceptuales. De ahí la importancia de utilizar distintos instrumentos para detectar las ideas y confrontar la evolución real en las mismas.

Plantear secuencias didácticas o estrategias centradas en que los estudiantes puedan expresar sus ideas exponiéndolas y generando discusiones en el aula es clave para que sean conscientes de las mismas, también de las del grupo.

Ver cómo esas ideas son en muchos casos comunes al grupo de clase y al de los resultados de otras investigaciones que se les presentan puede ayudarles a entender el origen de las mismas y los distintos modelos explicativos que pueden darse al respecto.

Abordar explicaciones en el aula de tal manera que puedan trabajar ambos problemas de forma conjunta después de la expresión de sus ideas y la utilización de información al respecto, nos ha parecido un factor clave para hacerlas también evolucionar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital de la Junta de Extremadura y a los fondos FEDER por la ayuda concedida para la realización de esta investigación (Proyectos IB18004 y GR18004).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, E. Mª. (2016). *Concepciones alternativas de maestros en formación sobre el Cambio Climático (Trabajo de Fin de Máster)*. Cáceres: Universidad de Extremadura.

Conde, Mª. C., Rodríguez, M., Ruíz, C. y Sánchez, J. S. (2012). Opiniones e ideas alternativas de un grupo de alumnos de educación secundaria sobre el cambio climático. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 235-242). Santiago de Compostela: ÁPICE.

Conde, Mª. C., Sierra, S., Sánchez, J. S. y Ruíz, C. (2013). Ideas alternativas sobre cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono y lluvia ácida de un grupo de alumnos de centros de enseñanza permanente de adultos. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra*, 796-802.

García-Rodeja, I. y Lima, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio en los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias, 30(3)*, 195-218. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n3.695

Koulaidis, V. y Christidou, V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education, 83*(5), 559-576.

Pontes, A (2012). Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencia y tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9*(1), 106-123. DOI: http://hdl.handle.net/10498/14628

Punter, P., Ochando, M. y García-Gómez, J. (2011). Spanish secondary students' notion on the causes and consequences of climate change. *International Journal of Science Education*, *33*(3), 447-464. DOI: https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199909)83:5<559::AID-SCE4>3.0.CO;2-E

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.

Rodríguez, M. (2012*). Ideas alternativas de un grupo de alumnos de educación secundaria obligatoria sobre el cambio climático (Trabajo Fin de Master)*. Badajoz: Universidad de Extremadura.

Sierra, S. (2012). *Identificación de ideas alternativas sobre cambio climático, agujero de la capa de ozono y la lluvia ácida de un grupo de alumnos de Centros de Enseñanza Permanente de Adultos. Universidad de Extremadura (Trabajo Fin de Master)*. Badajoz: Universidad de Extremadura.

P.22 La atención prestada al fenómeno volcánico en la investigación educativa. Revisión sistemática.

Araceli García-Yeguas y José Miguel Vílchez-González

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada
araceligy@ugr.es

RESUMEN

En este trabajo se muestran algunos resultados de una revisión sistemática centrada en la investigación realizada acerca de la enseñanza-aprendizaje del fenómeno volcánico. La búsqueda se ha llevado a cabo en la Web of Science, incluyendo todos los artículos publicados entre 1900 y 2019 en inglés y español. La muestra, una vez aplicadas las directrices de la declaración PRISMA y los criterios de inclusión, incluye 29 artículos. En esta comunicación nos hemos centrado en identificar los entornos de EA en los que se han realizado las investigaciones: 20 en entornos de EA formales, dos en no formales, cuatro en informales y tres sin catalogar. En general, podemos concluir que el número de estudios existentes es bajo, siendo necesario realizar más investigaciones sobre la EA del fenómeno volcánico en todos los entornos de EA.

Palabras clave: Volcanismo; Entornos de aprendizaje; Revisión sistemática

INTRODUCCIÓN

El fenómeno volcánico es uno de los procesos geológicos que más han fascinado a la humanidad desde sus inicios. A lo largo de la historia ha recibido interpretaciones muy diversas, inicialmente basadas en manifestaciones divinas. Así lo explicaban en la Grecia Clásica y la Antigua Roma, donde consideraban las erupciones volcánicas como manifestaciones de los dioses, o más tarde, durante el cristianismo, que las consideraría obra del mismo Satanás. Cabe recordar que la palabra volcán proviene del dios romano Volcano, dios del fuego (Ramos Crespo, 1990). Posteriormente se empezaron a buscar explicaciones más racionales, por ejemplo la de Aristóteles, quien intentó explicar el fenómeno en base a la fricción del viento cuando atravesaba túneles estrechos subterráneos (León-Garrido, 2017).

Una de las primeras narraciones sobre una erupción volcánica data del año 79. En ese año se produjo una gran erupción en el volcán Vesubio que dejó enterradas en cenizas las ciudades de Pompeya y Herculano (Italia). Plinio el Joven describió esta erupción, aunque no desde una perspectiva científica, incluyendo detalles (como terremotos previos) que han servido para su estudio posterior. Sin embargo, no fue hasta 1912 cuando Alfred Wegener planteó la teoría sobre la deriva continental, que posteriormente sería mejorada con la de la tectónica de placas. Con esta última los fenómenos geofísicos encajaron como si se tratara de las piezas de un puzzle, proporcionando una explicación científica del volcanismo.

Teniendo en cuenta cómo se ha desarrollado el conocimiento relacionado con el volcanismo y, en general, las dificultades que entrañan los fenómenos geológicos, en los que encontramos procesos en cuatro dimensiones (cambios espaciales y temporales), el fenómeno volcánico sigue siendo aún bastante desconocido, así como los riesgos y peligros asociados a los volcanes. Con el objetivo de analizar qué se ha investigado sobre la enseñanza-aprendizaje (EA) de los fenómenos volcánicos, se está realizando una revisión sistemática que incluye los artículos de la Web of Science publicados desde 1900 hasta noviembre de 2019, orientada por las siguientes preguntas:

- ¿En qué entornos de EA (formales, no formales o informales) predominan las investigaciones que abordan la investigación sobre EA del fenómeno volcánico?
- - ¿Cuántas investigaciones estudian las ideas previas del alumnado sobre volcanes? ¿Cuáles son estas ideas? ¿En qué países se han realizado?
- ¿Qué conceptos tratan? ¿Cuántas hablan de riesgo o peligro volcánico? ¿De qué países son? ¿En cuántas se tiene en cuenta la diferencia entre estos conceptos?
- ¿Qué hablan sobre el riesgo volcánico? ¿En cuántas se establecen medidas de prevención de riesgo volcánico? ¿Se propone la difusión de estas medidas? ¿Cómo?

En esta comunicación nos centraremos en los aspectos del estudio relacionados con la presencia del fenómeno volcánico en los diversos entornos de EA.

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL FENÓMENO VOLCÁNICO

Como se ha adelantado, no fue hasta mediados del siglo XX cuando, con la tectónica de placas, se pudo comprender el fenómeno volcánico. Se trata, pues, de un fenómeno de reciente estudio sobre el que aún hay mucho desconocimiento, en el alumnado en general y en la propia ciudadanía. El fenómeno volcánico, además de ser un fenómeno natural que crea espectáculo y llama la atención, también tiene peligros asociados, que se convierten en riesgos cuando pueden afectar a las personas (ISO 45001:2018). Podríamos pensar que si los volcanes están situados en zonas alejadas de nuestro entorno no nos van a afectar, pero esto no es siempre así. Recientemente, en 2010, se produjo una erupción en el volcán islandés, de nombre impronunciable, Eyjafja-

llajökull, que cerró el espacio aéreo europeo produciendo grandes pérdidas económicas[1]. No podemos olvidar que vivimos en un mundo globalizado en el que las personas no dejan de viajar de unos países a otros y todo está interconectado.

Por otro lado, no podemos olvidar las dificultades asociadas a este tipo de eventos, cuyo modelo mental varía en cuatro dimensiones al tener que interpretar su evolución mediante variables que afectan tanto al espacio como al tiempo, es decir, la dinámica del fenómeno (Hegarty, 1992). Asimismo, llevan asociados tanto fenómenos físicos (terremotos, o cambios en la estructura del volcán, entre otros) como químicos (emisión de gases) (Obermann, Planès, Larose y Campillo, 2013; Menyailov, Nikitina, Shapar y Pilipenko, 1986; Gerlach y Casadevall, 1986; Ratdomopurbo y Poupinet, 1995). Como añadido, existen muchas ideas previas como que todos los volcanes tienen erupciones violentas (Fries-Gaither, 2008) o que el magma tiene su origen en el núcleo de la Tierra (Dahl, Anderson y Libarkin, 2005), que hacen aún más difícil su tratamiento en las aulas.

Entornos de EA formal, no formal o informal

Entendemos como entornos de EA formales los asociados a una educación formal que viene definida por "el sistema convencional y escolar, graduado, estructurado jerárquicamente, con exigencias tipificadas para promocionar o acceder a sus diversos niveles y con programación de tiempo completo" (Touriñán, 1996, p. 62; Coombs, 1975, p.208). Los entornos de EA no formales, por su parte, son los relacionados con la educación no formal, que podríamos definir como "un conjunto de actividades educativas no claramente organizadas, dirigidas a una clientela indefinida, con programas de tiempo parcial que tiene la función de complementar la enseñanza formal o de crear una segunda oportunidad para aquellos que no han podido asistir la enseñanza formal" (Touriñán, 1996, p. 62; Coombs, 1978, pp. 202-203). Por último, los entornos de EA informales son aquellos relacionados con la educación informal, considerada como el "proceso no organizado y no sistematizado de adquisición de conocimientos, habilidades, actitudes y pautas de conducta a través de la convivencia diaria, la influencia generalizada y los medios de comunicación" (Coombs y Ahmed, 1974, pp. 8-9; citado por Touriñán, 1996).

METODOLOGÍA

La revisión sistemática se está llevando a cabo siguiendo los siguientes criterios:

a. La definición de revisión sistemática proporcionada por Higgins y Green (2008): Se parte de una o varias preguntas y de forma sistemática y explícita se identifican y eligen trabajos de investigación relacionados con estas cuestiones. A continuación, se analizan los datos contenidos en estos trabajos relacionados con el objetivo de la revisión.

b. Para asegurar la calidad de la revisión sistemática se está llevando a cabo desde las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Sotos-Prieto, Prieto, Manera, Baladia, Martínez-Rodríguez y Basulto, 2014).

La b**úsqueda la** realizó uno de los autores de esta comunicación el 26 de noviembre de 2019 en la Web of Science. La clave de búsqueda fue: TS=volcan* AND TS=(learning OR teaching OR education) AND SU=(education & education research), restringiéndose a trabajos en formato artículo y comprendiendo los publicados entre 1900 y 2019. Usando esta clave se localizaron 96 trabajos, tras lo cual se aplicaron de forma sucesiva los siguientes criterios de inclusión:

1 https://elpais.com/internacional/2010/04/15/actualidad/1271282405_850215.html

- Investigaciones en las que en el título, palabras clave o abstract se menciona la EA sobre volcanes.
- Llevadas a cabo en entornos de EA de las ciencias (formales, no formales o informales).
- En español o inglés.

Después de aplicar los criterios de inclusión la muestra se vio reducida a 29 artículos, que se están analizando con detalle para dar respuesta a las preguntas de investigación.

La variación por año del número de publicaciones por año se puede ver en la Figura 1.

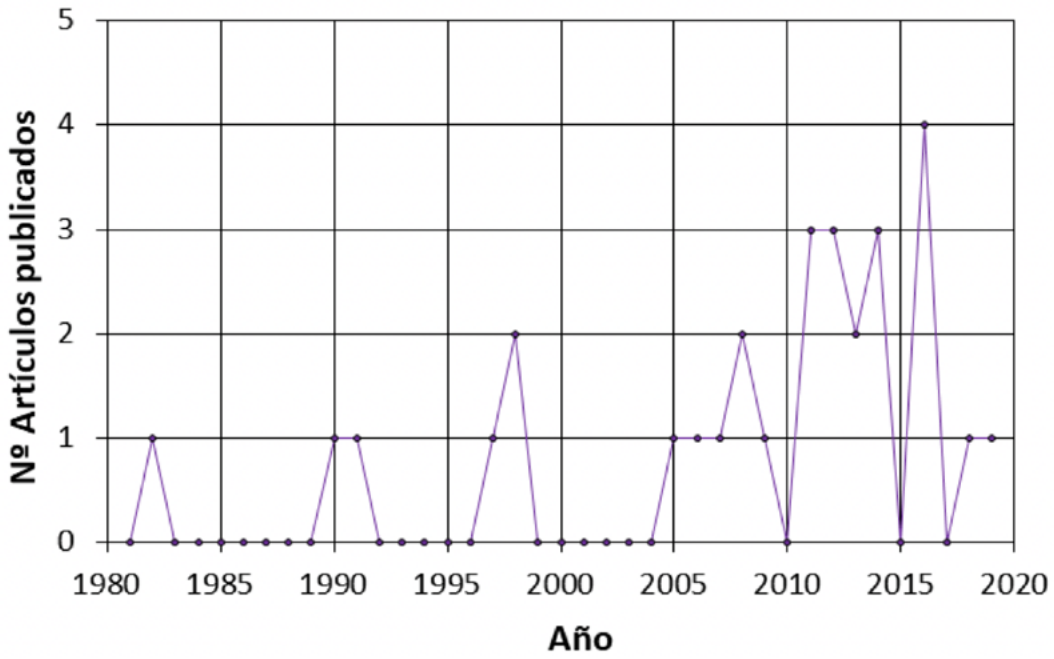


Figura 1. Variación del número de artículos publicados por año

El primer artículo localizado es de 1982. Cabe destacar que en 1980 ocurrió la erupción del Monte Sant Helens (Washington, EEUU), la primera que se monitorizó y gracias a ello solo hubo 56 personas fallecidas a pesar de que tuvo carácter pliniano (explosiva, con grandes columnas de ceniza y flujos piroclásticos, lo que implica una alta peligrosidad) (Saarinen y Sell, 1985). En el artículo de Tazieff (1982) no se habla explícitamente del Monte Sant Helens, pero es posible que a partir de esta erupción, que se pudo monitorizar y predecir, hubiera una preocupación creciente por este fenómeno y sus aspectos educativos. Siguiendo la línea temporal, es a partir de 2008 cuando se observa un aumento en el número de estudios sobre la temática, lo que podría atribuirse al desarrollo y uso de tecnologías, por ejemplo Google Earth (Blank, Almquist, Estrada y Crews, 2016; Gobert y Rossi, 2012). Como se indicó anteriormente, uno de los problemas de la EA de las Ciencias de la Tierra es la dificultad para crear modelos mentales dinámicos en 3D, y este tipo de recursos pueden facilitar tanto las tareas docentes como las de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se muestran los resultados relacionados con los entornos de EA. La Figura 2 muestra el proceso de obtención de la muestra.

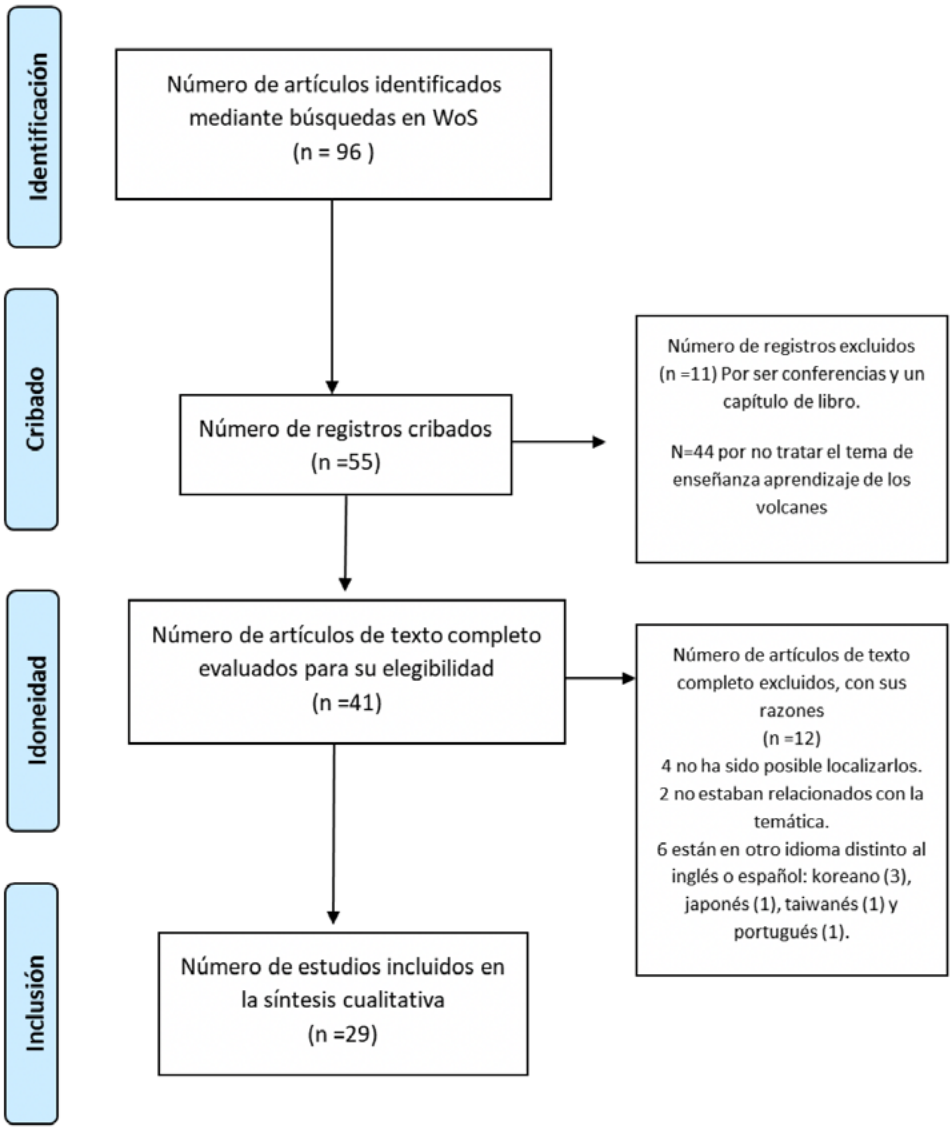


Figura 2. Diagrama de flujo según la declaración PRISMA

¿En qué entornos de EA se han llevado a cabo las investigaciones?

De los 29 artículos, 20 manifiestan haber trabajado en entornos EA formales, dos lo han hecho en entornos no formales, cuatro en informales, y tres de ellos no están relacionados con el proceso de EA de estos.

De los resultados podemos deducir que la mayoría de las investigaciones se han realizado en entornos de EA formales. Esto podría deberse a que es más sencillo realizar investigaciones sobre los conceptos relacionados con el fenómeno volcánico dentro de las aulas, guiados por el currículum, que hacer actividades fuera del ámbito escolar. Por otro lado, es posible que se hayan llevado a cabo actividades en entornos EA informales, pero no se hayan realizado investigaciones o no se hayan publicado en la Web of Science.

Dentro de los entornos formales, las investigaciones se han realizado en los niveles educativos indicados en la Figura 3.

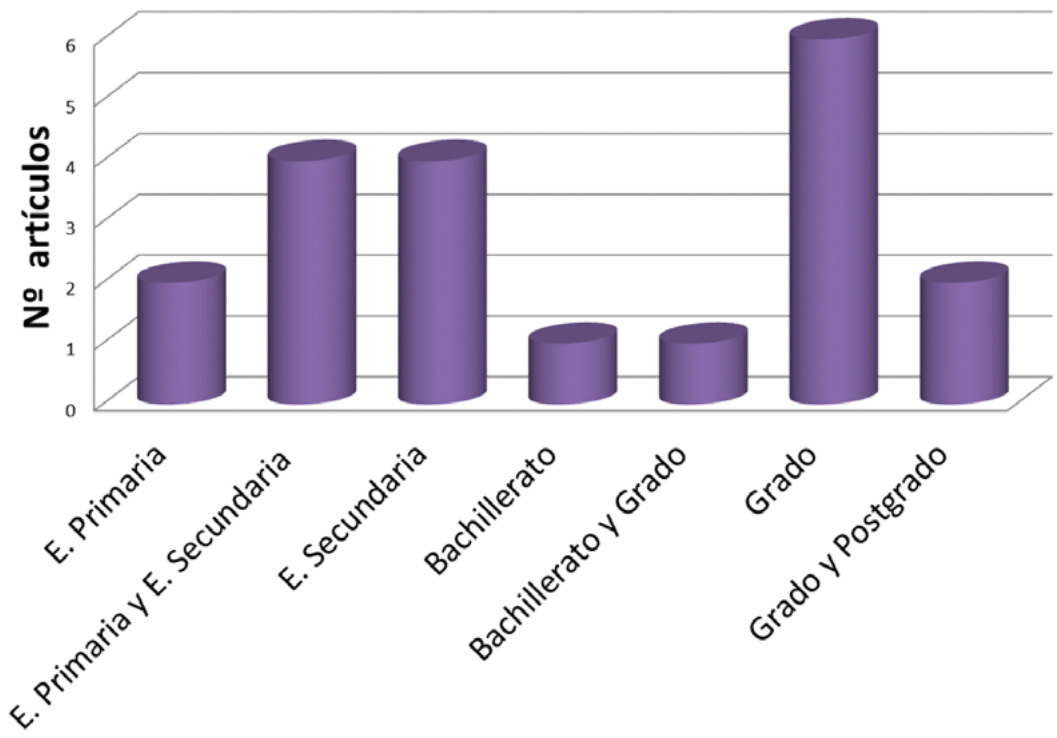


Figura 3. Distribución por etapas de las investigaciones en entornos EA formales

Como se observa, en Educación Primaria se han realizado seis investigaciones, ocho en Educación Secundaria, dos en Bachillerato, nueve en Grado y dos en Postgrado. Algunas de ellas se realizaron con estudiantes de dos niveles educativos. El menor número de estudios se observa en Bachillerato, lo que podría deberse a que estos cursos corresponden a los años previos a la Universidad y se suele dedicar **más esfuerzo a preparar a los estudiantes para el acceso a la misma que a introducir actividades nuevas en la programación, por buenas que estas sean.**

En cuanto a los entornos de EA no formales, solo se han registrado dos estudios. Uno de ellos se realizó con ocho estudiantes de grado que, a través de tele-presencia, participaron en un experimento científico en el que pudieron observar volcanes de lodo y un volcán submarino activo (Stephens, Pallant y McIntyre, 2016); el otro se llevó a cabo con escolares de varios centros de Educación Primaria, y consistió en la proyección de vídeos de distintas temáticas que pretendían hacer una inmersión en el entorno, en este caso, en las Ciencias de la Tierra (Sumners, Reiff y Weber, 2008).

También se han identificado cuatro estudios realizados en entornos de EA informales. Las regiones en las que se han realizado conviven con el riesgo volcánico y se orientaron a mitigar las consecuencias de un posible evento volcánico.

Finalmente, tres artículos no han podido ser clasificados en ningún entorno de EA, como indicamos anteriormente. En uno de ellos se hace una reflexión y un análisis acerca de cómo habría que promover el estudio de esta temática (Musacchio et al., 2016); otro se centra en cómo actuar ante un evento volcánico (Donovan y Oppenheimer, 2016); el tercer trabajo consiste en una recopilación de 500 ideas previas relacionadas con las Ciencias de la Tierra, con un apartado especial para el fenómeno volcánico, pudiendo considerarse una referencia para la didáctica de estos contenidos (Francek, 2013).

CONCLUSIÓN

Este estudio aporta algunos de los resultados de una revisión sistemática sobre la investigación realizada sobre el fenómeno volcánico y publicada en la Web of Science, entre 1900 y 2019, en idioma español e inglés. En particular, se presentan los resultados relacionados con los entornos de EA en los que predominan las investigaciones sobre la temática. Las conclusiones al respecto son:

Primero. Predominan los entornos de EA formales, seguidos de los informales y los no formales.

Segundo. La mayoría de los estudios en entornos formales han sido realizados en Educación Primaria, Educación Secundaria y Grado, notando una clara ausencia de investigaciones en estudiantes de Bachillerato.

Teniendo en cuenta la gran relevancia que tiene este peligro para la sociedad en general, con millones de personas expuestas a este riesgo, consideramos que el número de estudios es insuficiente y se debería seguir trabajando en esta línea, en todos los entornos de EA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blank, L., Almquist, H., Estrada, J. y Crews, J. (2016). Factors Affecting Student Success with a Google Earth-Based Earth Science Curriculum. *Journal of Science Education and Technology, 25*(1): 77-90.

Coombs, P. (1978). La crisis mundial en la Educación. Madrid: Tecnos.

Coombs, P. (1975). Education for Rural Development: Some Implications for Planning. *IIEP Seminar Paper: 20*, ED135532

Coombs, Ph. H. y Ahmed, M. (1974). Attacking rural poverty: How non-formal education can help, Jonh Hopkins University Press, Baltimore. Madrid: Tecnos.

Dahl J., Anderson S. y Libarkin J. (2005). Digging into earth science: Alternative conceptions held by K-12 teachers. *Journal of Science Education*, *12*, 65–68.

Donovan, A. y Oppenheimer, C. (2016). Resilient science: The civic epistemology of disaster risk reduction. *Science and Public Policy, 43(3)*, 363-374.

Francek, M. (2013). A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions. *International Journal of Science Education*, *35*(1), 31-64.

Fries-Gaither, J. (2008). *Common misconception about weathering, erosion, volcanoes, and earthquakes. Earth's Changing Surface.* Retrieved from http://beyondpenguins.nsdl.org/issue/column.php?date=December2008&departmentid=professional&columnid=professional!misconceptions

Gerlach, T. M. y Casadevall, T. J. (1986). Fumarole emissions at Mount St. Helens volcano, June 1980 to October 1981: Degassing of a magma-hydrothermal system. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, *28*, 141-160, https://doi.org/10.1016/0377-0273(86)90009-0.

Gobert, J. D. y Rossi L. (2012). Testing the effects of prior coursework and gender on geoscience learning with Google Earth. *Special Paper of the Geological Society of America*, *492*:433-468. DOI: 10.1130/2012.2492(35)

Hegarty, M. (1992). Mental animation: Inferring motion from static displays of mechanical systems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *18(5)*, 1084–1102. https://doi.org/10.1037/0278-7393.18.5.1084

Higgins, J. P. T., y Green, S. (2008). Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. West Sussex, England: Cochrane Collaboration y Wiley.

ISO 45001:2018 "Sistemas de seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso. https://

www.isotools.org/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/

León-Garrido, M. (2017). El estudio científico de los volcanes en la América colonial española. Llull: *Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, *40*, 125-155.

Menyailov, I. A. Nikitina, L. P., Shapar, V. N. y Pilipenko, V. P. (1986), Temperature increase and chemical change of fumarolic gases at Momotombo Volcano, Nicaragua, in 1982–1985: Are these indicators of a possible eruption? *J. Geophys. Res., 91 (B12)*, 12199– 12214, doi:10.1029/JB091iB12p12199.

Musacchio, G., Falsaperla, S., Bernhardsdóttir, A. E., Ferreira, M. A., Sousa, M. L., Carvalho, A. y Zonno, G. (2016). Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention? *Bulletin of Earthquake Engineering, 14(7)*, 2069-2086.

Obermann, A., Planès, T., Larose, E. y Campillo, M. (2013). Imaging preeruptive and coeruptive structural and mechanical changes of a volcano with ambient seismic noise, *J. Geophys. Res. Solid Earth, 118*, 6285–6294, doi:10.1002/2013JB010399.

Ramos Crespo, J. M. (1990). Las Volcanalia: un dios debe ser aplacado. *Estudios humanísticos. Filología. (12)*, 152.

Ratdomopurbo, A. y Poupinet, G. (1995). Monitoring a temporal change of seismic velocity in a volcano: Application to the 1992 eruption of Mt. Merapi (Indonesia). *Geophysical Research Letters, 22*. 775-778 https://doi.org/10.1029/95GL00302

Saarinen T. F. y Sell J. L. (1985). Warning and Response to the Mount St. Helens Eruption (SUNY series in Environmental Public Policy). Nueva York: State University of New York Press.

Sotos-Prieto, M., Prieto, J., Manera, M., Baladia, E., Martínez-Rodríguez, R. y Basulto, J. (2014). **Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA.** *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 18(3)*, 172-181.

Stephens, A. L., Pallant, A. y McIntyre, C. (2016). Telepresence-enabled remote fieldwork: undergraduate research in the deep sea. *International Journal of Science Education, 38(13)*, 2096-2113.

Sumners, C., Reiff, P. y Weber, W. (2008). Learning in an immersive digital theater. *Advances in Space Research, 42(11)*, 1848-1854.

Tazieff, H. (1982). Seismic and volcanic hazards. *Impact of Science on Society, 32(1)*: 89-93.

Touriñán, J. M. (1996). Análisis conceptual de los procesos educativos formales, no formales e informales. *Revista de Teoría de la Educación, 8*, 55-79.

P.23 ¿Qué ideas iniciales tienen los estudiantes de 1º de ESO sobre la contaminación medioambiental por plásticos?

María del Mar López-Fernández[1], Francisco González García[1] y Antonio Joaquín Franco-Mariscal[2]

[1]Universidad de Granada, Didáctica de las Ciencias Experimentales. [2]Universidad de Málaga, Didáctica de las Ciencias Experimentales. E-mail: mmarlf@correo.ugr.es

RESUMEN

La contaminación por plásticos se plantea como un problema socio-científico actual que requiere de soluciones. Desde el ámbito de la enseñanza de las ciencias, su tratamiento en el aula puede ser una buena herramienta para crear conciencia ambiental en los estudiantes de secundaria. Este trabajo aborda los intereses e ideas iniciales de 50 estudiantes de 1º de ESO sobre la contaminación medioambiental por plásticos. Los resultados revelan que a pesar de tener adquiridos ciertos conocimientos científicos tales como el principal motivo de la contaminación por plásticos se debe a que el proceso de degradación es muy lento, presentan confusión en otros aspectos, destacando que los microplásticos se forman a partir del petróleo para utilizarlo en cosas muy pequeñas. Estos resultados se emplearán como punto de partida para elaborar una secuencia didáctica sobre plásticos para educación secundaria obligatoria.

Palabras clave: educación ambiental, plásticos, contaminación, educación secundaria.

INTRODUCCIÓN

Durante la historia de la humanidad, la Química ha contribuido a la mejora de la calidad de la vida. Hasta el siglo XX, la escasa fabricación de productos químicos podía ser absorbida por el poder amortiguador de los eco-

sistemas. En este nuevo siglo, la fabricación masiva de plásticos ha venido de la mano de un avance importante para el estilo de vida que hoy llevamos (Freund, Muñoz & Cevallos, 2019). Su presencia e importancia en nuestra sociedad es tal que el término "microplástico" fue elegido palabra del año en 2018 por la fundación BBVA debido a su alta presencia en los medios de comunicación durante los meses anteriores (Martín, 2019). Sin embargo, la presencia del mismo, también ha conllevado impactos ambientales (Blaser, Feit & McRae, 2004).

La principal consecuencia de la producción masiva de plásticos es la aparición de cantidades ingentes en los ecosistemas, estimándose que sobre ocho millones de toneladas métricas de plásticos acaban en los océanos anualmente, siendo las salidas de aguas residuales, los ríos y el trasporte por vientos o mareas las vías de ingreso (Smith, Love, Rochman & Neff, 2018). Además, el problema podría ser aún mayor ya que la producción de plásticos continúa incrementándose y podría alcanzar, en 2020, los 500 millones de toneladas (Greenpeace España, 2016).

Los efectos de la contaminación por plásticos son muy diversos. En primera instancia afecta a la fauna y flora marina de manera física, pudiendo ser por atragantamiento, ahogo, asfixia, desgarre o enredo. En segundo lugar, el plástico, a través de ellos, entra en las cadenas tróficas hasta ser incorporarlos en la biomasa marina (Eriksen, Maximenko & Thiel, 2014) y, como último eslabón de ésta, el ser humano, hecho verificado por investigaciones que muestran la presencia de microplásticos en heces humanas y sus efectos para la salud (Smith, Love, Rochman & Neff, 2018).

Como aspecto positivo, destaca la alta sensibilización de la sociedad española por los problemas medioambientales, que reconoce que la situación empeorará con los años. A pesar de ello, parece que no estamos dispuestos a cambiar nuestro estilo de vida acomodado, ni nuestros hábitos diarios, derivando la responsabilidad de solucionar el problema a los gobiernos (Fundación BBVA, 2006).

Sin duda, la contaminación por plásticos se ha convertido en un problema socio-científico de actualidad al que se debe dar una solución. Marcén y Molina (2006) sugieren de la necesidad de la escuela como motor del cambio en las actitudes y comportamientos de los ciudadanos. Para ello, "se debe generar en los estudiantes inquietudes y capacidades de respuesta frente a los problemas ambientales, (...) que sepan que, a través de sus actuaciones, por pequeñas que sean, son capaces de influir en el medio que les rodea" (Jaén y Palop, 2011). En definitiva, la educación ambiental debe estar dirigida a adquirir conocimientos científicos ambientales, y además a formar valores, actitudes y normas de actuación ecológicamente favorables (Franco-Mariscal, 2014).

Estudios recientes realizados con maestros en formación inicial relativos al consumo de plásticos de un solo uso (Juárez, Hierrezuelo, Cebrián y Franco-Mariscal, 2019) o al problema de la contaminación de los mares por plásticos (Jaén, Esteve y Banos-González, 2019), ponen de relieve la necesidad de concretar estrategias educativas que permitan plantear los conflictos socio-ambientales en las aulas. En este sentido, antes de llevar este problema socio-científico al aula, es importante indagar en torno a las ideas iniciales que presenta el alumnado de la etapa educativa en cuestión, que no es otro que el objetivo de este trabajo.

OBJETIVOS

La finalidad de este estudio es conocer las ideas iniciales que presenta el alumnado de 1º de ESO sobre la contaminación medioambiental producida por los plásticos, como paso previo para diseñar e implementar una secuencia didáctica sobre plásticos y educación ambiental para educación secundaria obligatoria.

CONTEXTO

Esta investigación se ha llevado a cabo con 50 estudiantes (24 chicas y 26 chicos), de dos grupos de clases diferentes, de 1º de ESO (12 años) que cursaban la asignatura de Biología y Geología en el Colegio Gibraljaire de Málaga.

METODOLOGÍA

Para conocer los intereses de los estudiantes sobre los plásticos se les administró la pregunta abierta "Escribe qué te gustaría saber acerca de la contaminación por plásticos". Las respuestas de los estudiantes se analizaron de forma pormenorizada, identificando en ellas posibles intereses sobre el tema. Para ello, los tres miembros del equipo de investigación (autores de este trabajo) realizaron de forma individual una lectura de las respuestas, y mediante un proceso inductivo e iterativo, emergieron las diferentes categorías. En el caso de las respuestas en las que se encontraron discrepancias, se trabajó de forma conjunta para dilucidar las categorizaciones.

A partir de estas categorías se elaboró un amplio cuestionario inicial para conocer sus ideas iniciales sobre este tema. Este trabajo analiza seis ítems del cuestionario (Tabla 1) planteados con opción múltiple, que aparecieron con una alta frecuencia entre los intereses del alumnado. El uso de este instrumento tuvo el consentimiento informado de sus respuestas para fines de investigación.

Tabla 1: Ítems seleccionados del cuestionario

Ítem	Opción A	Opción B	Opción C
La contaminación por plásticos es debido…	Solo a la gran cantidad de plásticos	A su escasa capacidad de degradación, junto a otros factores	A su poca utilidad
¿Cómo se forman los microplásticos?	A partir del petróleo, para utilizarlos en cosas muy pequeñas	El medio ambiente crea fragmentos muy pequeños a partir de un plástico más grande	En las plantas de reciclaje, como paso previo para elaborar un plástico
La degradación del plástico…	Es muy lenta, con el tiempo apenas cambian sus características	Es lenta, en unas semanas está degradado	Se degrada muy rápido, en unas horas
La contaminación por plásticos afecta…	Solo a los océanos	Solo a los seres vivos	Al planeta Tierra al completo
Los plásticos que se encuentran en el mar pueden estar…	Poco tiempo, porque se degradan fácilmente	Solo en la superficie	Hasta miles de metros de profundidad
¿Crees que en tu estómago podrías tener algún trocito de plástico?	No, no lo creo	Puede que en un alto porcentaje de la población	Sí, todos tenemos

Nota: La respuesta adecuada se marca en negrita.

RESULTADOS

La Figura 1 recoge las categorías de respuestas encontradas para la pregunta abierta en torno a qué les gustaría conocer sobre la contaminación por plásticos. Se observa un interés mayoritario por aprender sobre cuestiones relacionadas sobre cómo afecta esta contaminación al medio ambiente. Las respuestas muestran como segunda y tercera preocupaciones adquirir conocimientos en torno a la composición y propiedades de los plásticos, y sobre cómo solucionar el problema o su concienciación. Solo unos pocos estudiantes reflejaron no tener ningún interés acerca de la contaminación por plásticos, lo cual se valora positivamente a estas edades.

La categoría mayoritaria “Contaminación y medio ambiente” agrupó todas las respuestas relacionadas con aspectos medioambientales debidos a la contaminación del plástico, expresadas bien de forma directa (“¿Por qué contamina tanto el plástico?”), a través de las consecuencias que pueden tener (”¿Qué pasaría si todas las botellas acabaran en el mar todos los días?”, “¿Cuántos animales mueren por el plástico?”, “¿Por qué el plástico produce la muerte de los seres vivos?”), o del destino final que tienen los plásticos tras su uso (“¿A dónde va el plástico después de una depuradora?”, “¿Cómo tanto plástico llega al mar?”).

La segunda categoría en frecuencia de aparición, “Composición y propiedades”, englobó las respuestas sobre la formación y fabricación del plástico, su origen, y degradación. Algunos ejemplos son: “¿por qué el plástico tarda años en descomponerse?”, “¿de qué está hecho?”, “¿cuánto tarda en descomponerse?” o “¿quién lo fabricó?”.

La tercera categoría “Solución al problema” recoge aspectos relacionados con posibles soluciones o el reciclaje. Los estudiantes la plantearon de esta forma: “¿Qué deberíamos hacer para reducir la contaminación?”, “¿por qué no se recicla todo el plástico?”, “¿por qué no envían un barco para recoger basura del mar?” o “¿cómo se puede reemplazar los plásticos por otra cosa?”.

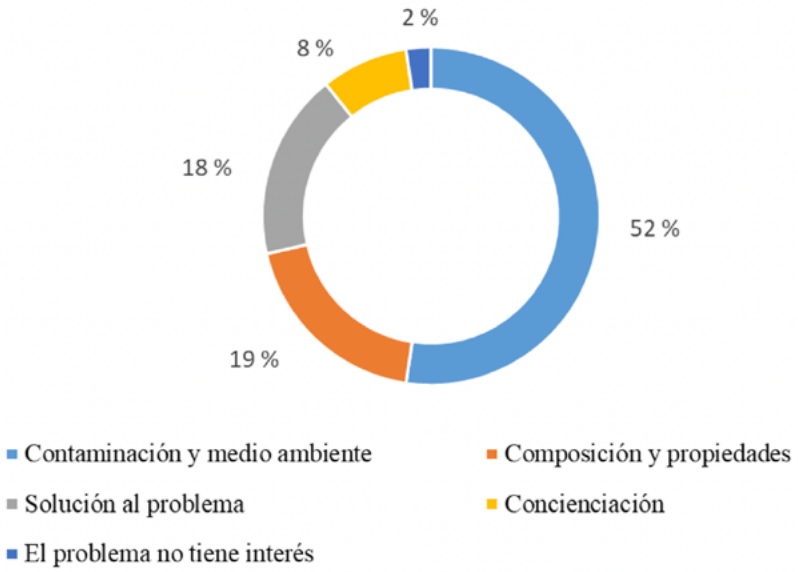


Figura 1: Porcentaje de respuestas de cada categoría para la pregunta “Escribe qué te gustaría saber a cerca de la contaminación por plásticos”

Dentro de la categoría “Concienciación” se encontraron respuestas del tipo “¿por qué las personas tiran los plásticos al mar en vez de tirarlos a la basura?”, “¿por qué todavía se fabrica plástico sabiendo cuánto contamina?” o “nosotros tiramos las cosas al suelo y no nos damos cuenta de que eso contamina mucho”.

Finalmente, pertenecen a la categoría con menor frecuencia de aparición, “El problema no tiene interés”, respuestas como “Me da igual que se contamine” o “no lo sé”.

A partir de alguna de estas ideas se elaboraron los seis ítems del cuestionario recogidos en la Tabla 1, todos ellos presentados con tres opciones de los cuales solo una es adecuada.

La Figura 2 muestra las respuestas dadas a los ítems de opción múltiple. Una visión global de los resultados, parece indicar que los estudiantes de 1º de ESO poseen ciertos conocimientos científicos relativos a los plásticos y su contaminación. Así, se observa que la mayoría del alumnado conoce que el principal motivo de la contaminación por plásticos está asociado a su escasa capacidad de degradación, tratándose de un proceso muy lento donde las características del plástico apenas cambian con el tiempo.

Asimismo, excepto un número muy reducido de estudiantes, todos reconocen que se trata de una contaminación que afecta a todo el planeta. En el caso de los mares y océanos, más de la mitad de ellos señala que los plásticos pueden ser encontrados hasta miles de metros de profundidad en ellos.

Respecto a la posibilidad de que algún trocito de plástico llegue a nuestro estómago, se detectó una cierta confusión en los estudiantes, puesto que el porcentaje de alumnos que pensaban que sí podía llegar y los que no, era muy similar.

La principal idea errónea detectada en la mayoría de los estudiantes giraba en torno a cómo tiene lugar la formación de microplásticos. Así, casi la mitad de los estudiantes pensaban que los microplásticos se formaban a partir del petróleo, para utilizarlos en cosas muy pequeñas.

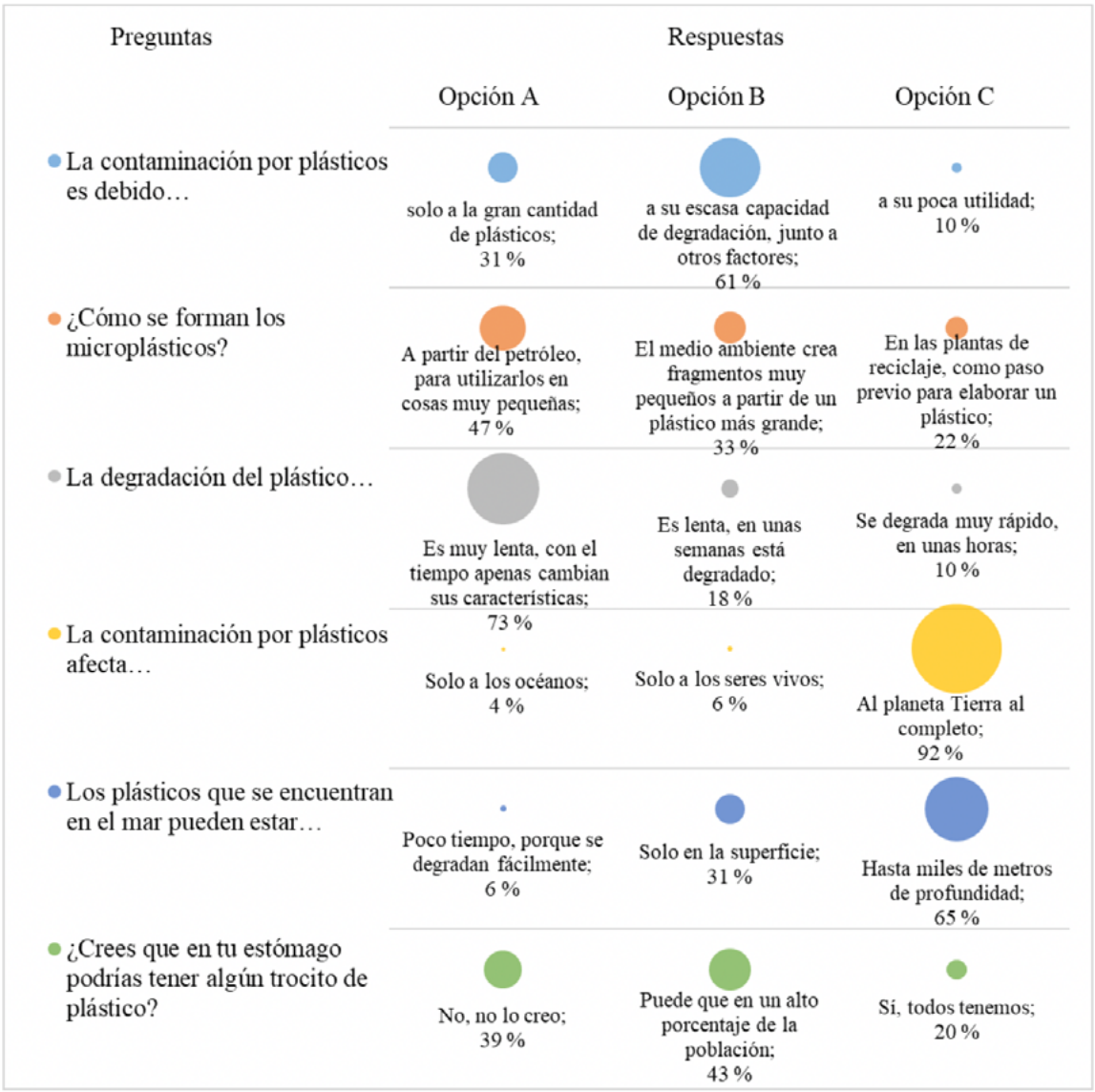


Figura 2: Porcentaje de respuestas dadas por los estudiantes a los ítems de opción múltiple

CONCLUSIONES

El estudio inicial llevado a cabo con estudiantes de 1º de ESO sobre sus intereses por los plásticos y su contaminación ha mostrado que les gustaría conocer información principalmente sobre la relación existente entre contaminación y medio ambiente.

El cuestionario empleado para conocer sus ideas iniciales en torno a la contaminación que producen los plásticos ha puesto de manifiesto que el alumnado de 1º de ESO tiene adquiridos ciertos conocimientos científicos acerca de temas como la contaminación, la degradación y algunas consecuencias debidas a la contaminación por plásticos. Esto podría ser debido a que algunos de estos contenidos forman parte del currículo de algunas asignaturas del primer curso de la etapa de secundaria o incluso de la educación primaria. Sin embargo, el concepto de microplástico parece presentar cierta confusión respecto a cómo se produce, y debe ser considerado como un concepto a tener en cuenta para eliminar posibles errores conceptuales en los estudiantes.

Por otro lado, un elevado porcentaje de estudiantes (39 %), aunque no el mayoritario, piensa que la presencia de plásticos en el estómago no afecta al hombre, quedando estos efectos asociados exclusivamente a los peces. De esta forma, parece que los estudiantes tienen adquirida la relación entre el plástico y los efectos de éste en el medio ambiente, pero aparecen dificultades para relacionar algunos de sus efectos con nuestra salud.

Como continuidad de este estudio, se pretende utilizar las ideas manifestadas como punto de partida para elaborar una secuencia didáctica sobre plásticos para educación secundaria obligatoria, que se centrará, entre otros aspectos, en su contaminación sobre el medioambiente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia EDU2017-82197-P, financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017, y del Proyecto de Innovación Educativa PIE19-139 "Educación STEAM en la formación de estudiantes universitarios" financiado por la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blaser, M., Feit, H. A., & McRae, G. (Eds.). (2004). *In the way of development: Indigenous peoples, life projects, and globalization*. New York: Zed/IDRC.

Eriksen, M., Maximenko, N., & Thiel, M. (2013). Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. *Marine Pollution Bulletin*, *68*(1–2), 71–76. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.12.021

Franco-Mariscal, A. J. (2014). Un estudio exploratorio de una experiencia medioambiental: la escalera del instituto, un espacio para la educación ambiental. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 35, 13-37. DOI: https://doi.org/10.17227/01213814.35ted13.37

Freund, K., Muñoz, J., & Cevallos, A. (2019). Los aspectos y principios básicos de la química verde, la ingeniería sostenible, la sostenibilidad y la economía circular. *Revista Carácter*, *7*(1), 39- 51. DOI: https://doi.org/10.35936/caracter.v7i1.56

Fundación BBVA (2006). *Estudio sobre ciencia y conducta medioambiental en España*. Madrid: Unidad de estudios de opinión Pública BBVA.

Greenpeace España (2016). *Plásticos en los océanos. Datos, comparativa e impactos*. Madrid: Greenpeace. Recuperado de: https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf

Jaén, M., Esteve, P., & Banos-González, I., (2019). Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 16*(1), 1501. DOI: https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1501

Jaén, M., & Palop, E. (2011). ¿Qué piensan y cómo dicen que actúan los alumnos y profesores de un Centro de Educación Secundaria sobre la gestión del agua, la energía y los residuos? *Enseñanza de las Ciencias:*

Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, *29*(1), 61-74. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n1.310

Juárez, P., Hierrezuelo, J. M., Cebrián, D., & Franco-Mariscal, A. J. (2019). El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias. La visión de maestros en formación inicial. *Aula de Innovación Educativa*, *287*, 15-20.

Marcén, C., & Molina, P. J. (2006). *La persistencia de las opiniones de los escolares sobre el medio ambiente. Una particular visión retrospectiva desde 1980 a 2005*. Madrid: Centro Nacional de Educación Ambiental. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/articulos-de-opinion/2007_01marcen_tcm38-163503.pdf

Martín, A. (2019). *El plástico como recurso para la Educación Ambiental en Secundaria*. Trabajo Fin de Máster. Tenerife: Universidad de la Laguna. Recuperado de: https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/15008

Smith, M., Love, D. C., Rochman, C. M., & Neff, R. A. (2018). Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environmental Health Reports*, *5*(3), 375-386. DOI: https://doi.org/10.1007/s40572-018-0206-z

P.24 Impacto de las emociones docentes sobre la planificación de las ciencias naturales en Educación Infantil

Florencia N.Praderio[1], Emilio Costillo Borrego[2], Melina G.Furman[3] y G. Enrique Ayuso Fernández[4]

[1y 2]Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.[3]Programa de Educación en Ciencias, Escuela de Educación, Universidad de San Andrés y CONICET, Buenos Aires, Argentina. [4]Depto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. E-mail: fpraderi@alumnos.unex.es

RESUMEN

En esta investigación se analizan las emociones que experimentan tres docentes de Educación Infantil, a lo largo de un ciclo lectivo, cuando tienen que planificar una propuesta didáctica en el área de las ciencias naturales. Interesa identificar el posible origen de dichas emociones y el impacto que estas tienen sobre la planificación. Participan tres maestras que ejercen su labor en un centro escolar de contexto vulnerable, en Buenos Aires, Argentina. Los resultados indican que las emociones docentes se originan por los recuerdos de la biografía escolar, influyendo en la selección de las ramas del área que eligen para enseñar; por otra parte, se generan por las propias necesidades docentes, impactando estas sobre los criterios que se utilizan para seleccionar contenidos, objetivos y actividades.

Palabras clave: Emociones; Enseñanza de las Ciencias; Formación continua; Educación Infantil.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Emociones y enseñanza de las ciencias naturales en Educación Infantil

La infancia es una oportunidad maravillosa para aprender a mirar el mundo con ojos científicos y el rol docente es fundamental a la hora de acompañar a los niños en la construcción de ese camino de aprendizaje Furman (2016). Sin embargo, uno de los mayores desafíos actuales es ofrecerle al profesorado los recursos "sobre la base de los principios que les dan forma a las buenas prácticas de enseñanza de las ciencias naturales" (Howitt 2011, p.1).

Las emociones se consideran fundamentales en la toma de decisiones Damasio (1996), algo que profesores realizan constantemente, al planificar y al enseñar. En relación a la didáctica de las ciencias Zembylas (2003) plantea que un docente debe estar formado teniendo en cuenta las emociones experimentadas, ya que estas influyen en las decisiones curriculares.

Por su parte Casassus (2006) propone que las emociones que experimentan los docentes están relacionadas a sus necesidades (anhelos). Se sabe que, si las necesidades son satisfechas, las emociones que experimente el docente serán agradables, pero si no son satisfechas las emociones serán desagradables.

1.2. Emociones docentes y biografía escolar

Las emociones experimentadas durante la biografía escolar de los futuros docentes afectan su formación inicial y continua, como también su práctica educativa (Van der Hoeven, Srogi, Husman, Semken y Fuhrman, 2011). Además, se sabe que las emociones que manifestaron los docentes en su paso por la educación Primaria y Secundaria, son muy diferentes según la materia en estudio. En Biología y Geología experimentan principalmente emociones positivas; mientras que, en Física, Química y Matemáticas destacan las emociones negativas (Costillo, Borrachero, Brígido y Mellado, 2013).

En esta misma línea Bravo, Costillo, Bravo Galán y Borrachero (2019) observaron que las emociones experimentadas con una mayor intensidad por los futuros docentes de Educación Infantil han sido positivas, mientras que las emociones negativas las han experimentado con poca intensidad, en relación a todos los bloques de enseñanza. De acuerdo a Bravo, et al. (2019) estos resultados vienen a avalar la importancia que algunos autores atribuyen al ámbito emocional en el desarrollo profesional de los docentes de ciencias en Primaria y Secundaria.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivos específicos

- Identificar las emociones que experimentan tres docentes de Educación Infantil al momento de diseñar la planificación la enseñanza de las ciencias naturales.
- Determinar el origen de las emociones experimentadas por tres docentes de Educación Infantil al diseñar la planificación de la enseñanza del área.
- Identificar qué impacto tienen las emociones experimentadas por tres docentes sobre la enseñanza.

2.2. Diseño

Para llevar a cabo esta investigación se ha optado por utilizar una metodología cualitativa de corte descriptivo e interpretativo mediante un estudio de caso. La recolección de los datos empíricos se ha basado en entrevistas en profundidad, cuestionarios de autogestión sobre emociones experimentadas al aprender y al enseñar ciencias experimentales y la revisión de las planificaciones diseñadas por las docentes. Posteriormente se siguió la metodología de análisis de contenidos (Bardin, 1996). Los participantes en este estudio han sido tres docentes que se desempeñan en un centro de Educación Infantil, ubicado en la Ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Las docentes tienen entre 3 y 8 años de antigüedad como profesoras en la etapa y su nombre ha sido sustituido por otro en esta comunicación.

2.3. Recogida y análisis de los datos

El trabajo de campo se realizó durante un ciclo lectivo (2018) y se dividió en una etapa exploratoria y otra sistemática. En la primera se hicieron los primeros acercamientos al centro educativo y en la segunda etapa se recogieron los datos. En la tabla. 1 se puede observar un resumen del tipo de fuente utilizada.

Tabla 1. Fuentes de datos empíricos

FUENTE	TIPO	OBJETIVO
Entrevista	Entrevista en profundidad y semiestructurada	Reconocer las emociones que fueron experimentando las tres docentes al planificar.
Notas de campo	Anotaciones de la investigadora.	Plasmar ideas que iban surgiendo en el trabajo de campo.
Cuestionario	De autogestión	Reconocer las emociones de la biografía escolar.
Planificaciones	Realizadas durante la fase exploratoria de la investigación.	Reconocer qué objetivos y contenidos selecciona cada docente.

Para realizar el análisis de datos se llevaron a cabo sucesivas lecturas de todos los instrumentos y se utilizó el programa ATLAS.ti, para darle la coherencia y el rigor de los procedimientos analíticos (Weitzmany Miles, 1995). Se consideraron dos grandes categorías de análisis: las emociones que recuerdan haber experimentado en su propia biografía escolar y las experimentadas al decidir qué y cómo enseñar el área. La clasificación de las emociones se realizó siguiendo los criterios de estudios anteriores (Brígido et al., 2011; Costillo et al., 2013; Mellado et al., 2014)

3. RESULTADOS

3.1 Caso Celina

3.1.1 Emociones que recuerda haber experimentado en su propia biografía escolar

Celina en Primaria sintió "simpatía y curiosidad". En Secundaria manifestó sentir "placer y simpatía", al aprender Biología, pero "frustración y aburrimiento" Física y Química. En cambio, en su formación docente sintió "placer, satisfacción, curiosidad y simpatía".

3.1.2 Emociones docentes experimentadas al decidir qué y cómo enseñar el área

Celina en el primer cuatrimestre realiza acciones orientadas a que los alumnos se adapten a ella y que ella se adapte a los niños de tres años: "los primeros días pensé que me iba a costar mucho más adaptarme a una sala de tres. Por eso elijo el tema el cuerpo humano y la identidad…de este modo yo los empiezo a conocer y ellos empiezan a hablar de sus gustos".

Para el segundo cuatrimestre la docente quería conseguir la motivación de sus alumnos. Las acciones diseñadas por Celina revelan dos necesidades: crear un clima de seguridad para ella y para los niños y ver iluminados a sus alumnos al aprender.

Estas necesidades docentes desencadenan en Celina emociones de preocupación por el grupo de niños de tres años que tendría a cargo, ya que tuvo una mala experiencia con esta edad y preocupación porque no sabía si estos niños se adaptarían a ella y al centro. Luego, a mitad del ciclo lectivo, siente alivio porque la convivencia con los niños había sido buena y la adaptación resultó positiva.

3.2 Caso Gina

3.2.1 Emociones que recuerda haber experimentado en su propia biografía escolar

Gina en Primaria recuerda que sintió "diversión" al aprender. En Secundaria recuerda experimentar "placer y simpatía" por aprender contenidos de Biología. Pero al aprender Física y Química sentía "irritabilidad y aburrimiento".

3.2.2 Emociones experimentadas cuando tiene que decidir qué y cómo enseñar el área

Las acciones de Gina al planificar, a lo largo de todo el año, están orientadas a la motivación de sus alumnos "yo pensé a principio de año, lo que es de su interés por ahí ver la panadería que lo vemos desde el taller de cocina o ver la verdulería o la granja que sí les gusta". Además, Gina, realizaba acciones orientadas a gestionar el vínculo que tienen los alumnos entre sí y con ella "Muchas veces cuando pienso en hacer alguna actividad pienso en Juan y en Pedro, que se levantan y salen del aula corriendo, o molestan a sus compañeros".

Estas acciones revelan la necesidad por motivar a sus alumnos por aprender y por gestionar los vínculos (el clima) dentro del aula. La docente siente *alegría* cuando piensa que está seleccionando contenidos, objetivos y actividades que son de interés para los alumnos y *preocupación* al pensar que no logrará gestionar las actitudes negativas de ciertos alumnos.

3.3 Caso Maite

3.3.1 Emociones experimentadas cuando recuerda su propia biografía escolar

Maite en Primaria sintió "irritabilidad". En Secundaria comentó sintió "tranquilidad y satisfacción" y le gustaba aprender todas las ramas de la ciencia.

3.3.2 Emociones experimentadas cuando tiene que decidir qué y cómo enseñar el área

Maite en el primer cuatrimestre realiza acciones orientadas a que los alumnos alcancen aprendizajes significativos para la vida cotidiana. "La idea es que se lleven algo porque cuando somos adultos nos acordamos cosas lindas o cosas muy feas de los primeros años escolares". La docente hace referencia a experiencias relacionadas al vínculo entre pares y con el docente y no hace referencia a adquirir contenidos. "Todo lo que tiene que ver con contenido en algún momento lo van a ver. La idea es que se lleven una experiencia grata". Las acciones de Maite también están orientadas a motivar a sus alumnos en las clases más que a mantener el "orden o el control". A principio de año Maite sintió miedo al pensar que con las propuestas que ella diseñaba no llegaría a generar aprendizajes significativos, que transciendan o motiven a sus alumnos. Luego a mitad de

año sintió tranquilidad porque cuando diseñaba sus propuestas didácticas sabía qué les podía motivar o no. Sin embargo, a mitad de año, comenzó a preocuparse por los vínculos entre alumnos.

4. IMPACTO DE LAS EMOCIONES EN LA PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZA

4.1. Caso Celina, Gina y Maite

4.1.1. Las emociones experimentadas durante la biografía escolar impactan sobre la decisión de seleccionar o no determinadas ramas del área

Las emociones que han experimentado Celina y Gina durante su biografía escolar condicionan la selección de determinadas ramas de las ciencias, para enseñar. Se pudo observar que las docentes solo seleccionaron contenidos de Biología y no seleccionaron contenidos ni de Física, ni de Química. Cabe recordar que sus emociones al aprender Biología fueron positivas, y al aprender Física y Química negativas.

Maite, en cambio, sintió emociones positivas a lo largo de toda la trayectoria escolar. Le gustaba aprender Biología, Física y Química. Esto tuvo impacto en la planificación ya que en todo momento se la observó con la libertad de seleccionar contenidos de las tres ramas. Además, la docente ha dicho sentirse segura en enseñar cualquier contenido relacionado a las ciencias naturales.

4.1.2. Las emociones experimentadas por las necesidades docentes impactan sobre la planificación

Celina sintió preocupación por su adaptación y la de los niños, a principio de año. Esto la llevó a diseñar propuestas para poder enfrentar y mitigar ese estado de ansiedad. A mitad de año, en cambio, al planificar sintió una emoción de alivio o tranquilidad que le permitió seleccionar contenidos y actividades pensando en la motivación de sus alumnos, ya sin pensar en la adaptación.

Gina experimentó alegría a lo largo de todo el año, al pensar en la motivación de sus alumnos por aprender el área. Además, a mitad de años experimento preocupación al pensar en el clima de aula (vínculos entre alumnos y entre alumnos y docentes). Por este motivo al seleccionar contenidos y actividades utilizó dos criterios: motivación por aprender el tema y clima de aula propicio para enseñar y aprender.

Maite experimentó miedo a principios de año, porque quería diseñar propuestas educativas con significatividad para sus alumnos y que les generen motivación por aprender. Por eso su criterio para seleccionar contenidos y actividades estaba relacionado a estas dos últimas cuestiones. Maite, además, sintió a mitad de año preocupación por el clima de aula. En este sentido expresó que“ cuando no están motivados se distraen y comienzan a molestar”, y eso no es de su agrado.

5. CONCLUSIONES

En esta investigación hemos podido identificar cómo las emociones experimentadas por las docentes impactan en la planificación de la enseñanza de las ciencias naturales en Educación Infantil.

En primer lugar, se encontró una relación entre las emociones recuperadas de las docentes al reflexionar sobre sus biografías escolares y la selección de contenidos para la planificación de las actividades a hacer con los niños. Por un lado se pudo establecer que las emociones negativas experimentadas durante la biografía escolar favorecen que las docentes no seleccionen o eviten determinadas ramas de las ciencias naturales como pueden ser los contenidos de Física y/o Química (no elegidas por Celina ni por Gina, aunque sí por Maite), en tanto les resultan más ajenos o los consideran difíciles y les generan inseguridad. En cambio, nuestros resultados muestran que las emociones positivas provocan que los docentes sí seleccionen contenidos de una determinada área, por ejemplo, Biología (elegida por las tres docentes). Cabe destacar que estas emociones nega-

tivas por aprender Física y Química, y positivas al aprender Biología, también se han observado que han sido experimentadas por futuros profesores de primaria y secundaria (Brígido et al., 2010; Costillo et al., 2013).

En segundo lugar, nuestro estudio revela también que las docentes experimentan emociones en distintas instancias de la planificación de las actividades que van a realizar con los niños: al pensar en el clima de aula y en la motivación de los alumnos, al aprender los contenidos relacionados con la actividad que están diseñando. Observamos que las docentes experimentan emociones positivas cuando anticipan si creen que será bueno un cierto contenido o actividad para mantener un orden propicio para enseñar y motivar a los alumnos. Eso lleva a que elijan (o dejen de elegir) ciertos contenidos (por ejemplo, si consideran que algunos contenidos pueden tener alguna dificultad para los alumnos o para ellas mismas no los seleccionan). Es decir, el clima de aula y la motivación de los alumnos son utilizados por las tres docentes como criterio para seleccionar contenidos, objetivos y actividades.

Diversos estudios avalan estos resultados, es decir, los docentes tienen experiencias emocionales relacionadas con la gestión y organización del aula, y las relativas a las estrategias de enseñanza (Hamman, Gosselin, Romano y Bunuan, 2010). Como sostienen otras investigaciones, la gestión del aula, la disciplina y las relaciones sociales con los estudiantes generan una gran cantidad de experiencias y situaciones emocionalmente relevantes (Sutton, Mudre y Camino y Knight, 2009). En el caso de las docentes del estudio, estas emociones se plasmaron en su planificación didáctica.

Por todo lo anterior, consideramos necesario que tanto en la formación inicial como continua los docentes tengan la oportunidad de reflexionar sobre las experiencias educativas que han generado emociones positivas o negativas, de sus emociones actuales frente a la enseñanza de distintos contenidos y realización de ciertos tipos de actividades con los niños y de cómo estas emociones pueden influir en la planificación de la enseñanza de las ciencias naturales en Educación Infantil. En este sentido se puede agregar que resulta de gran interés identificar los contenidos y actividades que les generan emociones negativas, para sobre estos poder fortalecer las capacitaciones, dar seguridad y acompañar en el estudio de temas que le resultan difíciles, por sus experiencias previas o actuales.

Esta necesidad también se ha hallado en otras etapas educativas (Mellado et al., 2014). Reconocerlas brinda oportunidades para que el docente tome conciencia acerca del origen de sus emociones, condición necesaria para gestionarlas al momento de decidir qué y cómo enseñar el área.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bardin, L. (1996). Análisis de contenido. Madrid: Akal.

Bravo Lucas, E., Costillo Borrego, E., Bravo Galán, J.L. y Borrachero Cortés, A.B. (2019). Emociones de los futuros maestros de educación infantil en las distintas áreas del currículo. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, *23*(4), 196-214. Recuperado de: https://scholar.google.es/scholar?oi=bibs&cluster=10577945519899275962&btnI=1&hl=es

Brígido, M.; Bermejo, L.; Conde, C.; Caballero, A. y Mellado, V. (2010). Estudio longitudinal de las emociones en ciencias de estudiantes de maestros. *Revista Galego-portuguesa de psicoloxía e educación*, *18*(2), 161-179.

Casassus J. (2006). Educación del ser emocional. Chile. Indigo/Cuarto propio

Costillo, E., Borrachero, A. B., Brígido, M. y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista EUREKA de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *10*(nº extra), 514-532. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/920/92028937003.pdf

Damasio, A. (1996). El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano. Barcelona: Crítica, Gri-

jalbo Mondadori.

Furman, M. (2016).Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. Documento Básico del XI Foro Latinoamericano de Educación. Buenos Aires. Fundación Santillana. Recuperado de: https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/IMG/pdf/web-1.pdf

Hamman, D., Gosselin, K., Romano, J. y Bunuan, R. (2010).Using possible-selves theory to understand the identity development of new teachers.*Teaching and TeacherEducation*, *26*, 1349-1361.

Howitt, C., Upson, E.& Lewis, S. (2011). 'It's a Mystery!': A Case Study of79. Implementing Forensic Science in Preschool as Scientific Inquiry.*Australasian Journal of Early Childhood*, *36*(3), 45.

Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias.*Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 11-36. Recuperado de:https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/287573/375726

Sutton, R. E., Mudrey-Camino, R. y Knight, C. C. (2009). Teachers' emotion regulation and classroom management.*Theory Into Practice*, *48*, 130-137.

Van Der Hoeven Kraft, K.J., Srogi, L., Husman, J., Semken, S. y Fuhrman, M. (2011). Engaging students to learn through the affective domain: A new framework for teaching in the geosciences. *Journal of Geoscience Education*, *59*(2), 71-84.

Weitzman, E. y Miles, M. (1995). Computer programs for qualitative data analysis. Thousand Oaks, CA: Sage.

Zembylas, M. (2003).Interrogating "Teacher identity": Emotion, resistance andself-formation. *Educational Theory*, *53*(1), 107- 127.

P.25 El uso de los Cursos abiertos masivos en línea (MOOCs) de ciencia básica como una forma de mejorar la representación social sobre el Cambio Climático.

Enzo Ferrari-Lagos, Laura Delgado, Diego Corrochano, Santiago Andrés, Pablo Herrero-Teijón, Anne-Marie Ballegeer,Miguel Ángel Fuertes y Camilo Ruiz.

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Universidad de Salamanca. E-mail: camilo@usal.es.

RESUMEN

El Cambio Climático es la mayor amenaza a la vida en el planeta como la conocemos. Aunque la ciencia describe con precisión las consecuencias, las personas no actúan en consecuencia y no consideran este tema como una prioridad para su supervivencia. En esta contribución experimentamos y explicamos cómo las nuevas tecnologías educativas, como los cursos abiertos masivos en línea (MOOC), pueden mejorar la Representación Social a través del conocimiento y llevar a las personas hacia la acción climática. Con el evaluamos la dimensión del conocimiento de la Representación Social del Cambio Climático en un grupo de estudiantes de este MOOC antes y después de tomar el curso. Los resultados de ésta comparación revelan mejoras generales en todas las categorías que se consideraron durante este estudio. Nuestros resultados proporcionan nuevos conocimientos sobre la eficiencia de los cursos en línea basados en el conocimiento y nos permiten concluir que los cursos MOOC son una herramienta eficaz para la Educación para la sostenibilidad.

Palabras clave: Incluir entre 3 y 5 palabras clave, separadas por punto y coma (Calibri 9, justificadas por ambos lados. Espacio anterior 0 y posterior 12.

INTRODUCCIÓN

Observaciones científicas en todo el planeta han permitido registrar con detalle la evolución del clima en los dos últimos siglos y la conclusión es unánime: nunca en la historia del planeta ha ocurrido un cambio tan rápido en el clima como el que hemos experimentado desde el inicio de la revolución industrial. En este, el aumento en la temperatura media global ha sido de entre 0.5 °C a 1.3 °C durante 1951 y 2010 (IPCC, 2014).

Por lo que es necesario movilizar a la sociedad dentro de un calendario trazado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, 2015), a través del Acuerdo de París, que define la descarbonización total de la economía para el año 2050. Este cambio se logrará mediante acciones significativas de los gobiernos, industrias y el apoyo de personas comprometidas con el planeta. Este gran consenso político tiene como objetivo principal mantener las temperaturas por debajo de 2°C desde el inicio de la revolución industrial. En los artículos 11 y 12 de este acuerdo se enfatiza la mejora de la Educación sobre el Cambio Climático, así como su capacitación, sensibilización, participación pública y acceso a la información.

La UNESCO también reconoce la Educación como una herramienta poderosa a través de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), que comenzó con la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS 2005-2014) y que actualmente es monitoreada por el Programa de Acción Global (GAP por sus siglas en inglés, Global Action Programme) cuyo propósito es movilizar los recursos educativos del mundo, integrando los principios, valores y prácticas del Desarrollo Sostenible en todos los aspectos de la Educación y el aprendizaje (Sinakou, 2019).

A pesar de este gran consenso institucional sobre el papel de la Educación en el tratamiento de la crisis climática y la creciente preocupación en la sociedad, no existe una estrategia sobre cómo implementarla. La comunidad educativa en muchos países aún no ha desarrollado un marco coherente para la Educación sobre el Cambio Climático (Mochizuki, 2015). Por lo tanto, no existe una estrategia efectiva para esta tarea urgente.

Para proporcionar este marco, sugerimos la creación de la competencia en Cambio Climático. Esta competencia proporciona un marco para desarrollar la comprensión, la conciencia y las habilidades relacionadas con el cambio climático a través de la educación. Ayudará a organizar muchos de los atributos que necesita la sociedad para producir una respuesta coherente y coordinada ante el problema, y se articula alrededor de un constructo bien establecido en la educación como es la competencia y que por lo tanto, podría ser fácilmente introducida en legislaciones nacionales y sistemas escolares.

Desde el informe Delors de 1996, donde los cuatro pilares básicos de la educación moderna fueron definidos, los sistemas educativos de todo el mundo se han organizado entorno a las competencias clave.

De esta manera, la Competencia Climática se fundamenta en cuatro grandes pilares:

- Aprender a conocer. El conocimiento de la ciencia del Cambio Climático es fundamental en esta dimensión para comprender la naturaleza, la complejidad y la magnitud del problema, y fomentar el pensamiento crítico de los ciudadanos.

- Aprender a hacer. La adaptación y mitigación necesitan habilidades de pensamiento crítico para afrontar con éxito el problema y conseguir la capacidad de influir en el entorno y la sociedad como profesionales cualificados y preparados.

- Aprender a ser. Esta dimensión contempla la creación de conciencia y todas las habilidades necesarias para poder actuar con autonomía, juicio y responsabilidad.

- Aprender a vivir juntos. La parte más importante de esta definición es la noción de la dimensión planetaria del problema. Sólo una acción coordinada en todo el mundo creará un impacto en el diseño de posibles soluciones.

Este concepto resultará central para diseñar y llevar a cabo nuevas estrategias educativas que sirvan para avanzar la agenda de mitigación y adaptación al cambio climático.

Para contribuir a este debate, presentamos los beneficios que nos brindan el uso de las nuevas tecnologías educativas como los Cursos Abiertos Masivos en Línea (MOOC, Massive Online Open Courses en inglés). Este nuevo enfoque educativo permite desarrollar nuevos contenidos que ayuden a mejorar la Representación Social (RS) sobre Cambio Climático en la sociedad. En particular, analizamos el primer aspecto de las RS, el conocimiento, como una herramienta para corregir conceptos erróneos comunes y acercar la RS a la realidad científica.

METODOLOGÍA

Hasta ahora, hemos realizado dos ediciones del MOOC "Concienciación y capacitación en materia de Cambio Climático para profesores de primaria y secundaria", alojado en el portal MiriadaX (https://miriadax.net/). El estudio se llevó a cabo con 1750 participantes de la última edición, de los cuales 530 participantes voluntariamente decidieron participar.

Para probar si hay cambios en la RS después de cursar el MOOC, aplicamos un diseño preexperimental, sin grupo de control y con mediciones pretest y posttest (Stanley & Campbell, 1973). El diseño preexperimental de control mínimo fue seleccionado mientras investigamos la evolución de este grupo después de cursar el MOOC. Además, comparamos nuestra muestra del MOOC con los resultados obtenidos por el grupo de investigación de la USC en el "estudio Resclima" (Meira-Cartea, Gutiérrez-Pérez, Arto-Blanco & Escoz-Roldán, 2018).

El cuestionario empleado en nuestro estudio está formado por tres bloques, que representan los elementos de una competencia (conceptos, procedimientos y actitudes), a la que llamamos climática, y que permite desarrollar en el ciudadano una sólida conciencia ecológica y social, mediante la construcción, aplicación y difusión de conocimientos, comportamientos y valores que contribuyan a crear personas comprometidas con el planeta.

El primer bloque, llamado "conceptual", es el que explicamos en esta investigación y fue el que se usó para hacer nuestro estudio comparativo. Este bloque está formado por 32 ítems divididos en cuatro áreas (procesos físicos, causas, consecuencias y respuestas ante el Cambio Climático).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En nuestro estudio se muestra como un MOOC mejora los aspectos de la Representación Social del Cambio Climático de los estudiantes para acercarla a la perspectiva científica.

Uno de los principales objetivos de este estudio fue averiguar si los participantes del MOOC mejoraron sus conocimientos sobre conceptos relacionados con el Cambio Climático dadas las características de la muestra. La *Figura 1* muestra la comparación entre el puntaje promedio de la prueba previa y posterior de la muestra MOOC. La media el puntaje en el pretest fue de 3,22 y después del curso MOOC los participantes alcanzaron un puntaje promedio de 3,40..

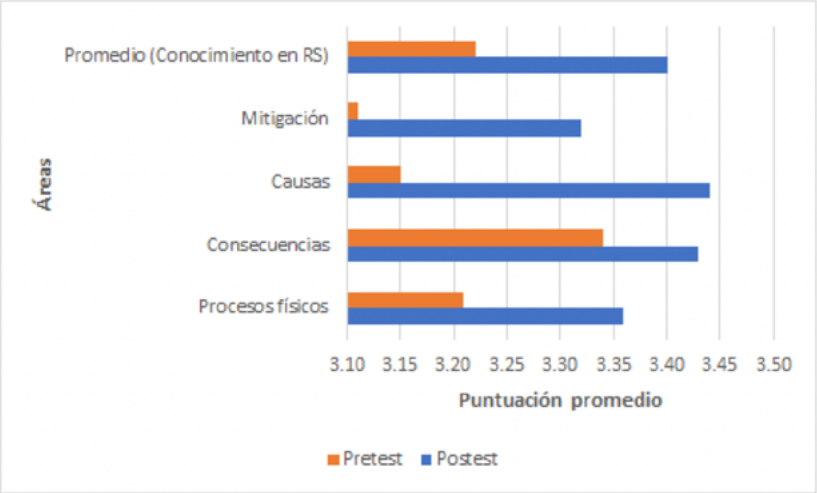


Figura 1. Puntuaciones promedio entre pretest y postest en las áreas de nuestro estudio.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados nos permitieron concluir que el MOOC es una forma eficiente de colocar la Educación en el centro de las estrategias de mitigación y adaptación. Sus características permiten un acceso rápido y amplio a información importante que puede mejorar la RS y quizás conducir a las acciones necesarias por el clima, ya que el desafío de contener los impactos del Cambio Climático requerirá grandes transformaciones por parte de la sociedad y deben abordarse ahora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes. A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White. (Eds.), *Cambio Climático 2014*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure_FINAL-1.pdf

Meira-Cartea, P. A., Gutiérrez-Pérez, J., Arto-Blanco, M., & Escoz-Roldán, A. (2018). Influence of academic education vs. common culture on the climate literacy of university students / Formación académica frente a cultura común en la alfabetización climática de estudiantes universitarios. *Psychology, 9*(3), 301–340. https://doi.org/10.1080/21711976.2018.1483569

Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate Change Education in the Context of Education for Sustainable Development: Rationale and Principles. *Journal of Education for Sustainable Development, 9*(1), 4–26. https://doi.org/10.1177/0973408215569109

Sinakou, E., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Exploring the concept of sustainable development within education for sustainable development: implications for ESD research and practice. *Environment, Development and Sustainability, 21*(1), 1–10. https://doi.org/10.1007/s10668-017-0032-8

Stanley, J. C., & Campbell, D. (1973). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social* (Rand McNal). http://ibsa.mx:8080/xmluiUVAQ/handle/123456789/15745

P.26¿Los maestros en formación identifican las ciencias clásicas y sus dificultades de aprendizaje en el currículo oficial LOMCE?

F. Javier Perales y David Aguilera

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. fperales@ugr.es

RESUMEN

Presentamos un estudio diagnóstico llevado a cabo entre una muestra de estudiantes de Didáctica de las Ciencias del Grado de Primaria sobre: (1) su concepción sobre las ciencias implicadas en los contenidos del Real Decreto 126/2014 que regula el currículo básico para Primaria de la LOMCE; (2) las dificultades que podrían conllevar dichos contenidos para los alumnos de Educación Primaria; y (3) las causas de las mismas. Para (1) se analizan sus respuestas en relación a las consideradas como válidas por un grupo de expertos; (2) se contabilizan tales dificultades; y (3) se categorizan las causas que atribuyen a estas últimas. Se concluye valorando la situación analizada en relación al conocimiento científico y didáctico que debieran adquirir los futuros maestros.

Palabras clave:formación inicial de maestros; ciencias; currículo.

INTRODUCCIÓN

El debate sobre elpapel que la formación del profesorado debiera jugar para poder afrontar con éxito los retos que este nuevo siglo plantea a las sociedadeses algo de candente actualidad. Si existe algún consenso hoy día, reforzado por las lecturas críticas de los resultados de la evaluación PISA, es que dicho papel resulta crucial y pasa por un sistema de selección y formación del profesorado de calidad.

En nuestro país esos procesos siguen anclados en el pasado, a pesar de disponer de unos referentes históricos que muestran fructíferos caminos jamás retomados (Perales, 2018) y, salvo en el caso de alguna Comunidad Autónoma, la masificación de los estudios del grado de maestro provocada por las facilidades de acceso a los mismos sigue inamovible. De hecho, la Conferencia de Rectores (CRUE, 2018), en su informe sobre "la universidad española en cifras", alerta del inasumible exceso de oferta de estos estudios frente a la demanda presente.

Descendiendo al terrero de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, los futuros maestros de ciencias acceden a estos estudios con una formación científica recibida en la etapa de Secundaria muy dispar y, a veces, francamente mejorable.

En este trabajo nos hemos centrado en diagnosticar el conocimiento (científico y didáctico) previo de una muestra de tales estudiantes. Dicho conocimiento está relacionado con el ámbito propio de algunas disciplinas tecno-científicas (Física, Química, Geología y Tecnología), las dificultades de aprendizaje que a su juicio podrían padecer los estudiantes de Educación Primaria y las posibles causas de ellas, todo lo cual está centrado en el RD 126/2014 que fija el currículo básico de Primaria en la LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa).

Más concretamente, nos planteamos los siguientes **objetivos**:

- Analizar si los maestros en formación ubican adecuadamente el currículo de Ciencias de la Naturaleza de la LOMCE para Primaria en las ciencias tradicionales.
- Mostrar las dificultades de aprendizaje y sus posibles causas que, a juicio de aquellos, tales contenidos podrían presentar en Educación Primaria.

MARCO TEÓRICO

Desde el punto de vista curricular, el RD referido introduce de nuevo la separación entre las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, incorporando a esta última algunos contenidos propios de las primeras (Bloque 2. El mundo en que vivimos)y rompiendo la unidad que representaba en la LOE el área de Conocimiento del Medio.

Si nos centramos ahora en lo que los futuros maestros debieran adquirir en su formación inicial, existe un claro consenso en torno a dos pilares fundamentales: conocimiento científico y conocimiento didáctico o, sintéticamente, qué enseñar y cómo enseñar. Ambos pueden integrarse bajo el paraguas de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) que puede incorporar otras competencias como el conocimiento sobre evaluación, currículo, dificultades de los estudiantes o contexto de aula(Verdugo, Solaz y Sanjosé, 2017), al que se uniría el conocimiento profesional para el profesorado en activo (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2019). A pesar del referido consenso respecto a qué debe saber y saber hacer un futuro docente, escasean las investigaciones sobre cómo se forman in situ (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2014).

En este trabajo nos vamos a ocupar de un modo limitado de dos dimensiones del CDC, el conocimiento científico y el conocimiento de las dificultades de los estudiantes.

PROCEDIMIENTO

Contexto

Este estudio tuvo lugar en la asignatura de nueve créditos "Didáctica de las Ciencias para la Educación Primaria I (Ciencias del Espacio y de la Tierra)" que se imparte en el primer semestre del tercer curso del Grado de Primaria en la Universidad de Granada. En concreto se analizan los resultados de la primera actividad de Seminario que tiene lugar en dicha asignatura.

En ella literalmente se solicita de los alumnos:

- "Leer la introducción al currículo de Ciencias de laNaturaleza RD 126/2014 y señalar lo que os parezca más destacable enrelación con el modo de planificar la enseñanza de las ciencias.
- Localizar entre los contenidos del área de Ciencias de laNaturaleza (bloques 4 y 5) y de Ciencias Sociales (bloque2), los relacionados con Física, Química, Geología yTecnología (se aconseja hacerlo con ayuda de una Tabla).
- Identificar los contenidos que puedan ocasionar mayoresdificultades de comprensión y explicar por qué.
- Realizar una reflexión breve acerca de la utilidad de lo abordado en este seminario".

Muestra

Se recogen los datos de una muestra de estudiantes de dicha asignatura, en particular se analizan 29 propuestas hechas por grupos de 4-5 alumnos (14 en el curso 2018-19 con 60 estudiantes y 15 en el curso 2019-20 con 68 estudiantes).

Procedimiento

Los alumnos subían las actividades una vez realizadas a la plataforma docente de la universidad, lo que permitió su análisis posterior. Este se llevó a cabo de acuerdo a las siguientes pautas:

1. Recuento de frecuencias de asignación, por parte de los grupos participantes, de los contenidos del RD a las ciencias mencionadas anteriormente, agrupadas en los bloques 4 y 5 de Ciencias de la Naturaleza y en el 2 de Ciencias Sociales del citado RD.
2. Identificación y recuento de los contenidos que podrían ocasionar mayores dificultades de comprensión a propuesta de la muestra.
3. Categorización inductiva de las posibles causas de estas dificultades, incluyendo su frecuencia y ejemplos de las mismas. Este análisis consistió en aislar aquellas palabras utilizadas por los estudiantes para expresar las causas que hacen complejo el aprendizaje de los contenidos científicos. Una vez hecho esto, se analizó la frecuencia con la que aparecían cada una de ellas en las producciones del alumnado. Así, cada una de las causas extraídas se conformó como una subcategoría. Finalmente, estas se agruparon ad-hoc en categorías de análisis.

Para validar la idoneidad de la clasificación realizada por los estudiantes en el punto (1) se recurrió previamente a tres expertos (doctores en Física, Química y Geología), a los que se les pidió que asignaran los contenidos LOMCE a alguna(s) de las Ciencias consideradas y adoptando el criterio de considerar válido lo elegido por dos o tres de ellos.

RESULTADOS

(1) Respecto al primer punto del procedimiento, efectuamos un recuento de las frecuencias absolutas y relativas de las clasificaciones realizadas por la muestra de estudiantes. En la Tabla I presentamos los resultados para el **Bloque 4**(Materia y energía) de Ciencias de la Naturaleza (por limitaciones de espacio no incluimos los resultados de los otros dos bloques analizados).

A la luz de los resultados mostrados en la Tabla I, los estudiantes del Grado de Primaria suelen clasificar de forma adecuada los contenidos compilados en el Bloque 4 de la asignatura Ciencias de la Naturaleza de acuerdo a las disciplinas científicas consideradas (Física, Química, Geología y Tecnología). Este bloque de contenidos, mayoritariamente de Física, muestra un grado de acuerdo alto entre expertos y futuros maestros, resultando llamativas las diferencias en la clasificación de los siguientes contenidos:

- Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades.
- Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.

En el primer caso, los estudiantes parecen mostrar dudas en su clasificación, al colocarlo con frecuencias similares en las cuatro disciplinas consideradas, mientras los expertos consideran que el estudio y la clasificación de acuerdo a las propiedades de los materiales son contenidos propios de la Física, la Química y la Tecnología. La separación de mezclas es el contenido que mayor controversia parece haber causado en este bloque, pues los estudiantes lo clasifican mayoritariamente (90% de los grupos de trabajo) en Química, mientras que los expertos lo hacen en Física (14%) y Tecnología (3%).

Tabla I.Frecuencias de asignación de contenidos del Bloque 4. Materia y energía (CC.NN.)a las diferentes ciencias.1

CONTENIDOS	F*	Q*	G*	T*
Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades.	12 (41%)	11 (38%)	13 (45%)	14 (48%)
Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.	26 (90%)	7 (24%)	2 (7%)	2 (7%)
Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.	27 (93%)	6 (21%)	2 (7%)	0
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.	27 (93%)	2 (7%)	6 (21%)	1 (3%)
Concepto de energía. Diferentes formas de energía. Fuentes de energía y materias primas: su origen.	18 (62%)	4 (14%)	9 (31%)	10 (34%)
La luz como fuente de energía. Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos. Magnetismo: el magnetismo terrestre. El imán: la brújula.	21 (72%)	4 (14%)	4 (14%)	21 (72%)

1 Los cuadros sombreados indican la asignación realizada por los expertos en DCE.

Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.	19 (66%)	12 (41%)	2 (7%)	6 (21%)
Observación de algunos fenómenos de naturaleza eléctrica y sus efectos (luz y calor). Atracción y repulsión de cargas eléctricas.	22 (76%)	11 (38%)	5 (17%)	9 (31%)
Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.	4 (14%)	26 (90%)	1 (3%)	1 (3%)
Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.	1 (3%)	25 (86%)	0	1 (3%)
Utilidad de algunos avances, productos y materiales para la sociedad.	2 (7%)	3 (10%)	4 (14%)	26 (90%)
Fuentes de energías renovables y no renovables. El desarrollo energético, sostenible y equitativo.	12 (41%)	5 (17%)	15 (52%)	19 (66%)

*F: física, Q: química, G: geología, T: tecnología.

En cuanto al **Bloque 5** (La Tecnología, objetos y máquinas), los resultados evidencian cómo los expertos atribuyen los contenidos de este Bloque a las disciplinas de Física y/o Tecnología, a excepción del núcleo temático «La ciencia: presente y futuro de la sociedad», que lo sitúan como un contenido transversal a las cuatro disciplinas abordadas. Respecto a la clasificación de los estudiantes, estos parecen tener bastante clara la naturaleza física y/o tecnológica de los contenidos compilados en dicho Bloque, mostrando porcentajes de acuerdo superiores al 50% en todos los casos, salvo en el contenido «elementos de los circuitos eléctricos». Este lo clasifican mayoritariamente en Tecnología (86%), mientras que el 45% de los grupos de estudiantes también lo clasifica en Física. Sin embargo, los expertos otorgan este contenido a Física.

Contrariamente a las clasificaciones anteriores, el **Bloque 2**(El mundo en el que vivimos) de Ciencias Sociales presenta serias dificultades a los estudiantes para asignar los contenidos, pudiendo resumirse en:

- Confusión entre los contenidos de Física y Geología. En este caso, los estudiantes categorizan mayoritariamente en Geología los contenidos físicos: «El Universo y el Sistema Solar», «el planeta Tierra y la Luna», «globos terráqueos. Identificación de los polos, el eje y los hemisferios», «la atmósfera», «el tiempo atmosférico» y «mapas del tiempo».

- Confusión entre los contenidos de Geología y aquellos que podrían considerarse propios de las Ciencias Sociales. En este sentido, el estudiantado clasificó mayoritariamente en Geología los contenidos geográficos: «Paralelos y meridianos», «coordenadas geográficas: latitud y longitud», «el planisferio: físico y político», «el clima y factores climáticos», «tipos de climas», «la diversidad geográfica en España y Europa».

En términos generales, los tres bloques de contenidos analizados presentan 47 núcleos temáticos, de los cuales 33 fueron clasificados en una sola disciplina por los expertos; cuatro se clasificaron en dos disciplinas; un contenido fue incluido en tres de las cuatro disciplinas; ydos se clasificaron como núcleos temáticos transversales a las cuatro disciplinas. Así, los sietenúcleos temáticosrestantes, de acuerdo al criterio de los expertos, no se clasificaron en ninguna de las disciplinas científico-tecnológicas (todos ellos compilados en el Bloque 2 del área de Ciencias Sociales).

La Tabla II, que toma como referencia las clasificaciones realizadas por los expertos consultados y las cruza con el porcentaje de grupos de estudiantes que coinciden en la clasificación de los contenidos, nos permite extraer el grado de coincidencia total y por disciplinas entre ambos colectivos. Así, en líneas generales, los futuros maestros de Educación Primaria suelen clasificar los contenidos científico-tecnológicos de forma adecuada (36 de las 53 clasificaciones realizadas por los expertos se corresponden con aquellas realizadas pormás del 50% de los grupos de estudiantes analizados, N = 29).

Tabla II.Grado de coincidencia de la clasificación de los contenidos realizada por los expertoscon la asignación de los estudiantes.

GRADO DE COINCIDENCIA	F	Q	G	T	TOTAL
Muy bajo (0% a 25%)	5	1	0	2	8
Bajo (>25% a 50%)	4	1	2	2	9
Medio (>50% a 75%)	12	2	1	6	21
Alto(>75% a 100%)	4	0	3	8	15
Total	25	4	6	18	53

Desde una perspectiva disciplinar, los estudiantes parecen tener más dificultades en la identificación de núcleos temáticos relacionados con la Química (dos de los cuatro clasificados por los expertos presentan porcentajes inferiores al 50%). Sin embargo, no hemos de olvidar que los siete núcleo temáticos que no fueron clasificados por los expertos, al considerarlos propios de la Geografía, fueron incluidos en Geología por los estudiantes.

(2) En relación a las dificultades de aprendizaje que los futuros maestros estimaron que podrían presentar ciertos contenidos, en la Tabla III exponemos, en orden decreciente,las frecuencias de respuestas que abarcan los dos primeros cuartiles (más del 50% de la frecuencia de respuesta más alta).

A destacar que en el Bloque 2 de Ciencias Sociales los dos contenidos que estiman los sujetos que podrían presentar mayores dificultades son propios de las Ciencias Sociales.

(3) En lo relativo a las causas de las dificultades de aprendizaje señaladas con anterioridad, en la Tabla IV representamos las categorías y subcategorías que se generaron de forma inductiva a partir de las atribuciones realizadas por los diferentes grupos de alumnos participantes.

Como podemos observar, las causas son atribuidas mayormente a los aprendices, en segundo lugar al propio conocimiento científico y a bastante distancia al conocimiento didáctico.

Tabla III. Frecuencias de contenidos LOMCE que a juicio de la muestra podrían presentar dificultades de aprendizaje para los estudiantes de Educación Primaria.

Bloque 4. Materia y energía

CONTENIDOS	N
Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.	11
Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.	10
Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.	8
Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.	8
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.	6

Bloque 5. La tecnología, objetos y máquinas

Análisis de operadores y utilización en la construcción de un aparato.	14
Elementos de los circuitos eléctricos.	11
La electricidad en el desarrollo de las máquinas.	8
La relación entre electricidad y magnetismo.	7

Bloque 2. El mundo en que vivimos

Cartografía. Planos y mapas. Escalas.	12
Coordenadas geográficas: Latitud y longitud.	6

CONCLUSIONES

En cuanto al **objetivo 1** de este trabajo, los estudiantes son capaces de clasificar una parte significativa de los contenidos que se les muestran, pero asimismo evidencian con sus respuestas la incoherencia de los responsables de elaborar el currículo básico para Educación Primaria al mezclar contenidos propios de las Ciencias Experimentales con los de Ciencias Sociales y cuyas razones últimas se nos escapan.

En lo que se refiere al **objetivo 2**, las principales dificultades de aprendizaje que señalan poseen una naturaleza dispar, aunque cuatro de ellas se corresponden con contenidos que habían clasificado erróneamente en la actividad anterior. Por otra parte, un análisis de las causas que atribuyen a dichas dificultades posee un fuerte sesgo "autoexculpatorio", es decir, consideran que la mayor responsabilidad recae en el propio contenido a enseñar y en los aprendices, quedando a considerable distancia la forma de enseñar, que sería una de sus competencias básicas a adquirir en su formación inicial. Estos resultados son consistentes con otros estudios relacionados con el diseño de unidades didácticas desde distintas perspectivas (Bogdan, Greca y Meneses, 2017; Vílchez y Perales, 2018),el de pruebas de evaluación (de Pro-Chereguini, de Pro-Bueno, y Serrano, 2018) o el análisis de libros de texto por parte de maestros en formación (Perales, 2019). Dichos estudios inciden en las propias dificultades que poseen los futuros maestros, no solo en la comprensión de los conocimientos científicos que habrían de impartir con los que serán sus alumnos, sino también en las competencias relacionadas con el cómo enseñar a través de actividades como las señaladas anteriormente. En definitiva estamos hablando de un CDC frágil que no augura una perspectiva optimista en cuanto a la mejora de la calidad educativa en España.

Tabla IV. Frecuencias absolutas de las categorías emergentes a partir de las respuestas de la muestra a la pregunta sobre las causas de las dificultades de aprendizaje indicadas en la Tabla III.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	N	EJEMPLO
Conocimiento científico N = 62	Abstracción/complejidad (cantidad/calidad)	42	Hay aspectos que son abstractos a la visión humana, por ejemplo: la energía es algo que está pero que no puede verse a simple vista
	Conocimientocotidiano	10	La dificultad de este contenido se encuentra en relacionar estas leyes con los sucesos de la vida cotidiana
	Lenguaje (incluyendo el matemático)	10	Aparición de conceptos con un vocabulario complejo
Conocimiento didáctico N = 19	Forma de enseñanza	15	Se suele enseñar de forma tradicional mediante una clase magistral, ayudándose del libro
	Falta de formación científica del profesorado	2	Al no ser especialistas de la electricidad al docente le puede resultar difícil a la hora de explicar el funcionamiento de las máquinas
	Educación en la familia	2	Hay que pensar que lo primero que hay que hacer es que los padres conozcan los riesgos y posteriormente hacer ver a los niños los problemas que puede ocasionar la tecnología

Aprendizaje N = 110	Cognitivo	67	Al alumnado le cuesta entender qué es
	Ideas/conocimientos previos	25	Las posibles ideas previas erróneas sobre esto serán los mayores problemas a la hora de su comprensión
	Visión espacial	4	Los alumnos/as de primaria están en desarrollo de la visión espacial, por tanto van a tener más dificultades a la hora de entender, sobre todo, los movimientos y sus consecuencias
	Atención	2	El alumnado de temprana edad puede sufrir dificultades al mantener la atención durante la búsqueda en la red debido al gran número de contenido que existe sobre un tema y la dispersión que puede suponer. Además, la posibilidad de que el alumnado busque contenido de otra temática que él prefiera también puede dificultar este trabajo.
	Habilidades manipulativas	5	La mayor dificultad se encuentra en la construcción de un aparato, ya que tienes que saber identificar las piezas y la función que éstas desempeñan para que el aparato reaccione de manera normal.
	Actitudinal	7	Este contenido no es que sea especialmente difícil, pero sí que se le da poca importancia y los niños no se conciencian sobre él

Se trata de un estudio limitado en cuanto a la muestra participante y la naturaleza de las actividades analizadas, pero representa un aporte más en la intención de profundizar en el conocimiento de los resultados de la formación que estamos llevando a cabo con los futuros maestros en su vertiente científica (Vílchez y Perales, 2018; Perales, 2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bogdan, T. R., Greca, I. M. y Meneses, J. A. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 441-457.

CRUE (2018). *La universidad española en cifras*. Recuperado de https://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Publicaciones/Universidad%20Espa%C3%B1ola%20en%20cifras/2018.12.12-Informe%20La%20Universidad%20Espa%C3%B1ola%20en%20Cifras.pdf

De Pro-Chereguini, C. De Pro-Bueno, A. y Serrano-Pastor, F. J. (2018). ¿Cómo utilizan los maestros en formación inicial sus conocimientos didácticos en el diseño de una prueba experiencial para evaluar subcompetencias de estudiantes de educación primaria? *Enseñanza de las Ciencias, 36*(2), 43-62. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2498

LOMCE (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.*BOE* nº 52, 19349-19420.

Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M.R., López-Gay, R. (2014) La indagación en laspropuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a formadores deDidáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 591-608

Perales, F.J. (2018). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en España: entre la tribulación y la esperanza. Ápice. Revista de Educación Científica, *2*(2), 1-15. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.3915

Perales, F.J. (2019). ¿Cómo podemos ayudar a los maestros en formación a analizar los libros de texto de ciencias? *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*, Monográfico, 33-42. DOI: https://doi.org/10.17345/ute.2019.2

Vázquez Bernal, B., Jiménez Pérez, R., y Mellado Jiménez, V. (2019). El conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de ciencias: reflexión y acción como facilitadores del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, *37*(1), 25-53 https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2550

Verdugo, J. J., Solaz, J. J. y Sanjosé, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cadernos de Pesquisa*, *47*(164), 586-611.

Vílchez, J. M. y Perales, F. J. (2018). El diseño de unidades didácticas en la formación inicial de profesores de ciencias: validación de una rúbrica. *Perspectiva Educacional*, *57*(1), 70-98. DOI: https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.57-Iss.1-Art.642

P.27 Recursos metodológicos del alumnado universitario para abordar una práctica guiada sobre el contenido curricular de las estaciones del año

Sergio Rosa-Cintas, Carolina Nicolás-Castellano, Alexandra Rey-Cubero, Asunción Menargues, Ruben Limiñana, Isabel Lujan, Joaquín Martínez-Torregrosa

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías (IUFACyT). Universidad de Alicante. sergio.rosacintas@ua.es

RESUMEN

El presente trabajo analiza en qué medida el alumnado del Grado en Maestro en Educación Primaria utiliza la metodología de enseñanza por indagación para el diseño de propuestas didácticas de ciencias adaptadas al nivel de primaria. Para ello les pedimos que realicen una práctica guiada sobre el contenido curricular de 'Las estaciones del año'. Contenido que conocen bien, pues han recibido formación previa sobre él, utilizando además la propia metodología por indagación. Los datos analizados muestran resultados dispares, por ejemplo, los títulos no suelen aparecer en forma de pregunta ni plantean cuestiones investigables, sin embargo, las propuestas mejoran cuando se trata de programar los objetivos de aprendizaje. Asimismo, muchos/as estudiantes sí que diseñan una primera actividad de ideas previas, pero, por otro lado, les cuesta mucho plantear actividades que permitan la indagación.

Palabras clave: Enseñanza problematizada de las ciencias; prácticas científicas; maestros y maestras de primaria en formación.

INTRODUCCIÓN

Existe un amplio consenso entre la comunidad científica sobre las ventajas de enseñar ciencias a través del desarrollo de las actividades típicas del trabajo científico en el aula. Para cualquier edad y nivel educativo, la mayoría de los trabajos de investigación en didáctica de las ciencias ponen de manifiesto las ventajas de la metodología de enseñanza problematizada (o enseñanza por indagación) (ej. Tsivitanidou et al., 2018; Jerrim et al., 2019) frente a la enseñanza tradicional. En contraposición, mientras que la primera de ellas trata de aproximar las prácticas científicas al aula en un ambiente hipotético-deductivo, la segunda es eminentemente transmisiva y abusa de la memoria y de la repetición de ejercicios tipo.

Nuestro grupo de investigación emplea la enseñanza problematizada en las 2 asignaturas (de 60 horas cada una) que impartimos en el Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante, con el objetivo de que el alumnado se apropie de dicha forma de enseñar ciencias. En la primera asignatura, de segundo curso, buscamos que aprendan algunas de las grandes ideas de la ciencia trabajando de manera problematizada, pues este es un paso fundamental para que en el futuro puedan aplicar esta misma metodología con sus propios estudiantes de primaria (ej. Martínez-Chico et al., 2015). Un año después, en la asignatura de tercero, nos centramos en la elaboración de secuencias problematizadas (unidades didácticas) para el aula de primaria.

El propósito de nuestra investigación es comprobar en qué medida el alumnado que comienza el tercer curso se ha apropiado de las características metodológicas de la enseñanza por indagación, a partir de lo aprendido durante la asignatura de segundo. Para llevar a cabo este estudio hemos decidido evitar las preguntas memorísticas, optando por analizar las prácticas metodológicas de manera indirecta. Para ello nos formulamos la siguiente pregunta: ¿En qué medida los y las estudiantes del grado incorporan características esenciales de la enseñanza problematizada cuando se les pide que diseñen una unidad didáctica? De esta manera, otorgando total libertad al alumnado, a partir de un enunciado general, podremos comprobar qué metodologías de trabajo son las más utilizadas en sus propuestas.

En la literatura especializada encontramos diversas investigaciones muy parecidas a la que nosotros/as planteamos, donde se analizan las propuestas de los y las estudiantes a la hora de planificar la enseñanza de unos determinados conocimientos científicos, desde el prisma de la enseñanza por indagación (ej. Martínez-Chico et al., 2015; García-Carmona et al., 2017; Rivero et al., 2017).

El instrumento empleado para nuestro estudio es un índice para el desarrollo de una práctica guiada sobre el contenido curricular de 'Las estaciones del año', contenido que aparece en el currículo de Primaria (Decreto 108/2014) y que se trabaja en profundidad durante la asignatura de segundo curso, empleando la metodología por indagación (Martínez-Torregrosa et al., 2018). Además, dicho contenido es uno de los más desarrollados en las escuelas y resulta cercano para la gente, es decir, todo el mundo tiene un conocimiento previo sobre él, basado en experiencias personales y/o en la educación anterior. Para valorar las respuestas del alumnado nos fijaremos tanto en los aspectos metodológicos de las prácticas científicas, como en los contenidos curriculares que sean científicamente adecuados y estén bien expresados.

METODOLOGÍA

El método de trabajo empleado en la presente investigación comprende la realización de una práctica guiada en la que el alumnado puede diseñar su propia unidad didáctica. Para que las propuestas no estén claramente influenciadas por la memoria reciente, el instrumento se aplica en clase un año y dos meses después de la finalización de la asignatura dónde se imparten los contenidos curriculares relacionados con dicha práctica. Esto permite que el alumnado exprese aquellos conocimientos y prácticas metodológicas que verdaderamente ha interiorizado a lo largo de toda su etapa formativa y vital. En este estudio han participado un total de 94 estudiantes, siendo la mayoría de ellas mujeres (70% mujeres y 30% hombres, aproximadamente), con edades generalmente comprendidas entre los 21 y los 24 años; y con una formación académica previa diversa, donde

predominan claramente los estudios de bachillerato en Humanidades y Ciencias Sociales, frente a los de Ciencias Experimentales y Tecnología (Martínez-Torregrosa et al., 2018).

Instrumentos empleados

En la Figura 1 mostramos el enunciado de la práctica guiada propuesta. A continuación, en la Tabla 1 recogemos los ítems utilizados para valorar las unidades didácticas diseñadas por los y las estudiantes del grado, desde el prisma de la metodología de enseñanza por indagación.

> *El contenido sobre 'Las estaciones del año' está en el currículo de Primaria y se debe tratar en varias unidades didácticas a lo largo de dicha etapa. Piensa en una de esas unidades didácticas que pudiera ser adecuada para 3º o 4º de Primaria, donde los y las estudiantes tienen entre 8 y 9 años de edad. Propón…*
>
> • Un título.
> • Unos objetivos de aprendizaje (ideas importantes que deberían de aprender).
> • Algunas actividades ordenadas (qué harías primero, cómo continuarías,… cómo acabarías), para trabajar dichas ideas en el aula.

Figura 1. Enunciado de la práctica guiada planificada sobre el contenido curricular de 'Las estaciones del año'.

Tabla 1. Ítems utilizados para valorar las propuestas didácticas, desde el prisma de la metodología de enseñanza por indagación

Ítem	ENUNCIADO DEL ÍTEM
1	¿Se formula el título en forma de pregunta?
2	¿En el título se plantea una cuestión investigable?
3	¿En los objetivos de aprendizaje se establecen variables o parámetros investigables?
4	¿Se plantean actividades de hipótesis (ideas-previas)?
5	¿Se proponen actividades que permiten la indagación?
6	¿Se desarrolla la propuesta anterior (toma de datos, análisis de los mismos, extracción de ideas relevantes)?
7	¿Se plantean actividades de recapitulación y para extraer conclusiones?
8	¿Se proponen actividades de comunicación de los resultados obtenidos?

RESULTADOS

En la Figura 2 mostramos los porcentajes de respuestas afirmativas a las preguntas planteadas en los ítems recogidos en la Tabla 1. Mediante sus análisis podemos evaluar en qué medida los y las estudiantes del grado incorporan características esenciales de la metodología de enseñanza por indagación en sus propuestas didácticas.

Los datos revelan que sólo 31% del alumnado formula el título de su unidad didáctica en forma de pregunta. Esta es una forma de comenzar habitual dentro de las prácticas científicas, ya que una pregunta bien formulada focaliza el objeto de estudio y despierta el interés por resolver la cuestión planteada. De todos los títulos planteados, tanto en modo interrogativo como afirmativo, sólo el 12% ha sido considerado como verdaderamente investigable. Además, podemos añadir que únicamente un 5% ha obtenido dos respuestas afirmativas a los ítems 1 y 2, es decir, que se plantee el título en forma de pregunta y que además dicha pregunta sea investigable.

Al analizar los títulos en detalle, observamos que la mayoría de ellos muestran un enfoque más artístico que científico, intentando captar la atención del alumnado de primaria mediante frases llamativas y motivantes. Así, algunos ejemplos de títulos no investigables científicamente son: "Un tren que pasa cuatro veces", "¡Descubramos juntos las estaciones del año!", "¿Cuál es nuestra estación favorita?", o "¿Quieres conocer a Invierno y a sus amigas las estaciones?". Por otro lado, también tenemos ejemplos de títulos que sí que podrían ser claramente investigados: "Investiguemos la duración de los días de las estaciones", "Factores que influyen en las estaciones del año", "¿Por qué ocurren las estaciones del año?", o "¿Cómo puedes saber en qué estación estamos sin saber el día del año?".

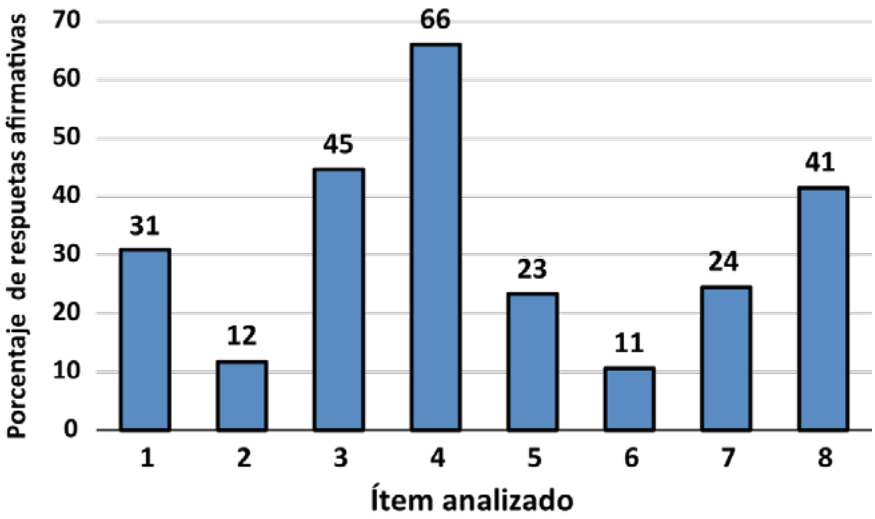


Figura 2. Gráfica donde se muestran los porcentajes de respuestas afirmativas a los ítems recogidos en la Tabla 1.

En lo que respecta a los objetivos de aprendizaje, el alumnado ha realizado un mejor desempeño, ya que casi la mitad (un 45%) ha incluido al menos un parámetro o variable investigable. En este aspecto no se han establecido distinciones entre los y las estudiantes en base a qué porcentaje representan los objetivos investigables, respecto del total propuesto, en cada caso. Lo que sí que hemos contabilizado es cuantas veces se repite cada uno de los objetivos investigables, de manera que, por ejemplo, alrededor de un 20% de los y las participantes hacen referencia a conceptos como la temperatura, la duración de los días, o los Solsticios y Equinoccios. En menor medida (5%) también aparecen otras variables, tales como la precipitación, la altura del Sol, o el lugar por dónde sale y se pone el Sol. En general, podemos estar satisfechos/as de que la casi totalidad de los objeti-

vos investigables planteados (salvo la precipitación y alguna otra propuesta puntual) forman parte del contenido curricular tratado durante la asignatura de segundo curso, en relación al modelo Sol-Tierra.

Como ejemplo de objetivos de aprendizaje no investigables (desde un punto de vista científico) propuestos por el alumnado, en la Figura 3 mostramos una imagen de una de las unidades didácticas, que resulta muy representativa del conjunto analizado. Son muy comunes objetivos tales como: Los nombres, la división temporal de las estaciones, algunas características meteorológicas demasiado generales (ej., en invierno lluvia y nieve, en verano Sol), algunas características medioambientales idealizadas (ej., en otoño se caen las hojas, en primavera salen flores) y aspectos relacionados a las actividades humanas (ej., ropa, alimentos típicos, costumbres).

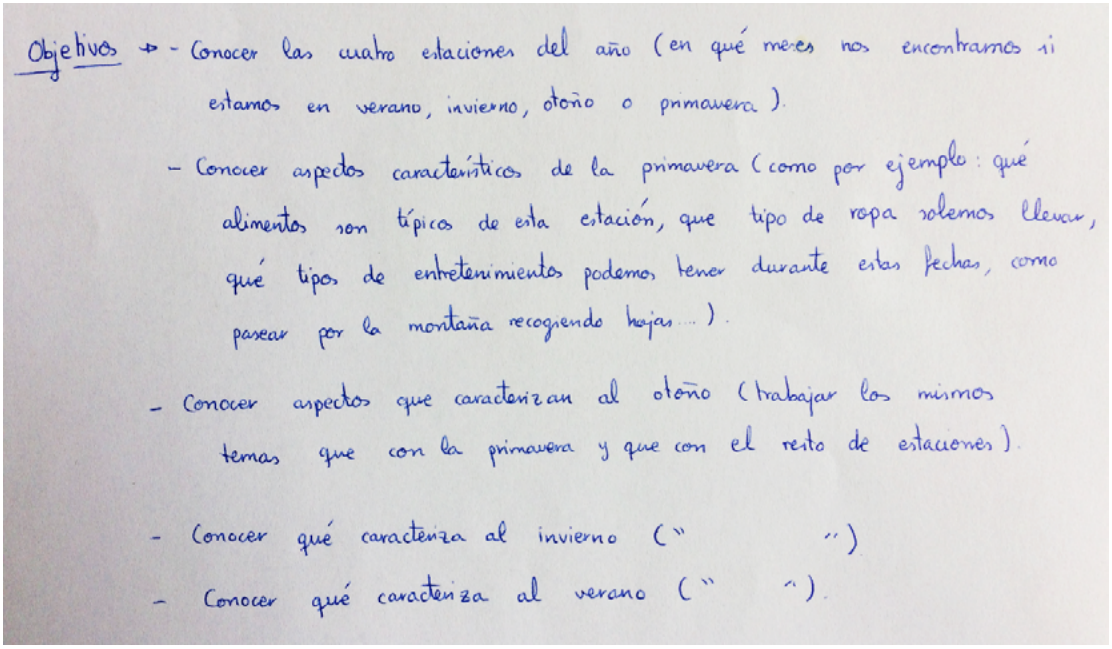


Figura 3. Ejemplo de una propuesta de objetivos de aprendizaje no investigables.

En lo que se refiere a la propuesta de actividades, un porcentaje alto de los y las estudiantes (66%) comienza partiendo del conocimiento previo de sus alumnos/as, con actividades específicas para ello. Este tipo de propuestas son habituales dentro de la metodología por indagación y nos permiten comenzar a trabajar a partir de los conocimientos y las percepciones del alumnado sobre la cuestión planteada.

A continuación, observamos un descenso notable hasta el 23%, cuando se trata de proponer actividades que permitan la indagación. En general, les cuesta formular propuestas en las que se vaya a estudiar la evolución de una o varias variables en el tiempo o en el espacio, ya sea de manera cuantitativa y/o cualitativa. Menor todavía es el porcentaje de alumnado (11%) que, además de plantear actividades por indagación, explica cómo las llevarían a cabo (cómo y cuándo tomaría los datos, cómo los organizaría y analizaría, y qué ideas relevantes podría extraer de ellos).

En la Figura 4 presentamos dos ejemplos de actividades, una primera planteada por indagación, y una segunda que no está planteada siguiendo esta metodología. Podemos apreciar como en la primera actividad se definen algunos parámetros, más o menos cuantificables, como el tiempo meteorológico, la estación del año en la que se encuentren y el orto (lugar por donde sale el Sol). Seguidamente, se propone hacer un seguimiento diario de estos parámetros, tomando datos, y contrastar las observaciones con una fuente de información secundaria, como es la página web de la Aemet (uso correcto de las TIC). Además, también se especifica dónde se van a

anotar los datos (en una tabla de registro), cuándo se van a analizar (al finalizar cada estación) y la realización de una recapitulación de las conclusiones extraídas, comparadas con las hipótesis iniciales, al final de curso.

En contraste, la segunda actividad presentada, que es una actividad tipo de las más comunes entre las propuestas del alumnado del grado, es mucho más general. Puede que de ella se derive una investigación posterior, pero su planteamiento inicial es tan abierto (sin unas variables acotadas, ni un procedimiento de trabajo claro, ni fuentes secundarias de información concretas, ni una temporalización mínimamente definida), que no puede ser considerada como una actividad planteada por indagación.

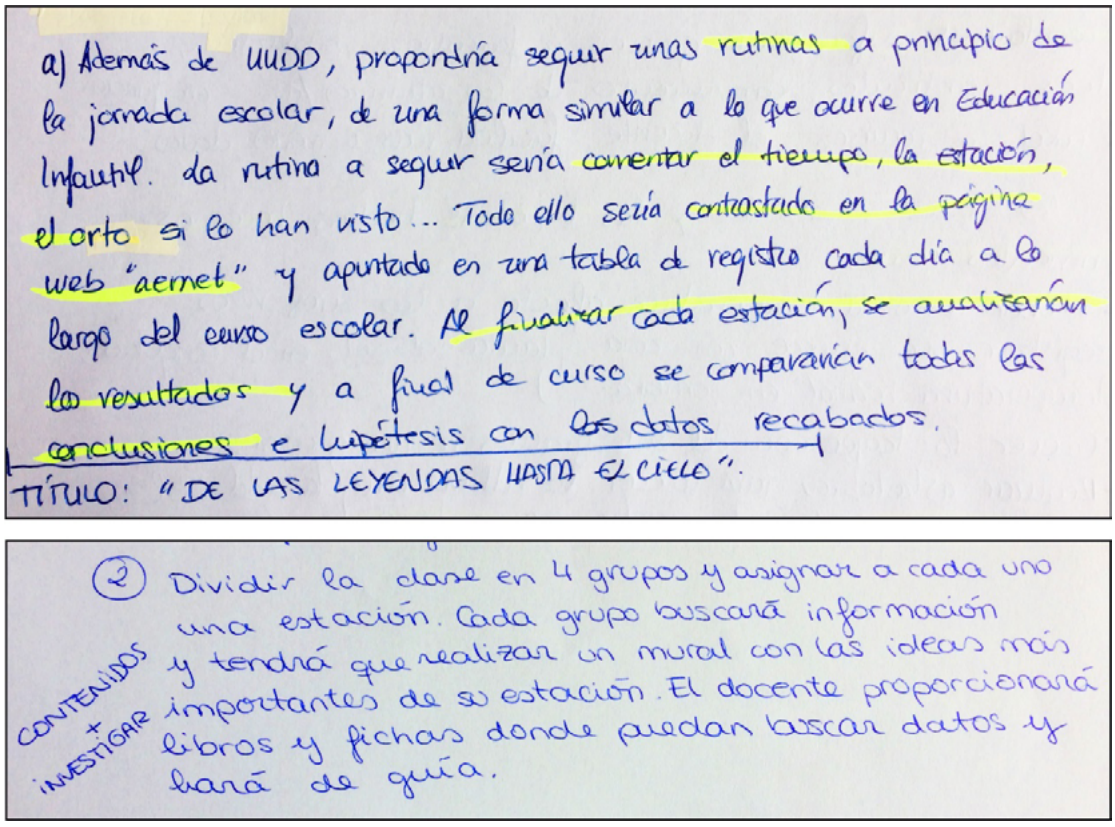


Figura 4. Ejemplo de una actividad planteada por indagación (en la parte superior) y de una actividad tipo, no planteada por indagación (en la parte inferior).

En nuestro estudio también hemos podido observar que alrededor del 50% de los y las futuras maestras recurren a los medios audiovisuales y las TIC dentro de las actividades propuestas, para explicar algunas características de las estaciones del año, o para que los y las estudiantes de primaria puedan buscar información sobre ellas. Este es sin duda un dato positivo, que va en consonancia con el fomento de la educación en las nuevas Tecnologías de la Información. Sin embargo, la falta de planificación sobre lo que se va a explicar o a buscar, en la mayoría de los casos, nos conduce a pensar que los medios audiovisuales y las TIC se emplean, muy frecuentemente, como un recurso genérico para la enseñanza de cualquier contenido curricular. De hecho, sólo un 5% de las propuestas que incluyen el uso de estas herramientas tecnológicas han sido consideradas como adecuadas, formando parte de una actividad bien planteada y con sentido, dentro de la estructura de la enseñanza por indagación.

De un modo similar, aunque mucho menos generalizado, un 19% del alumnado recurre al uso de maquetas o representaciones físicas en aula (con bolas, pelotas, focos de luz). Este es un recurso que nosotros mismos utilizamos, de forma adecuada y coherente, en la parte final del contenido curricular sobre el modelo Sol-Tie-

rra, en la asignatura de segundo curso. Sin embargo, en el caso de las actividades propuestas por el alumnado, ninguna de ellas ha sido considerada como adecuada, por falta de concreción, claridad en lo que se pretende conseguir, y/o por la existencia de errores conceptuales significativos. Generalmente, los y las estudiantes del grado sólo proponen el uso de este recurso para "ejemplificar" los contenidos, más que como una actividad dentro de una estructura de investigación planificada.

Por último, en la Figura 2 podemos observar como el 24% del alumnado incluye, en la parte final de su propuesta, una actividad para la recapitulación de lo aprendido y/o la extracción de conclusiones e ideas importantes. Este porcentaje se incrementa hasta el 41% cuando se trata de proponer actividades de comunicación de los resultados obtenidos durante la unidad didáctica. Estas últimas prácticas son muy importantes dentro del trabajo científico, aunque también pueden ser comunes a otras metodologías, especialmente la segunda de ellas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo nos planteamos si los y las estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante son capaces de utilizar la metodología de enseñanza por indagación, después de haber experimentado dicha metodología como alumnado durante un semestre. Para tal propósito hemos diseñado una práctica guiada en la que deben proponer una unidad didáctica sobre el contenido curricular de 'Las estaciones del año'.

Los datos analizados muestran resultados dispares. Por un lado, el planteamiento de los títulos no muestra un desempeño demasiado acorde con la metodología de enseñanza por indagación. Al tratarse de una práctica guiada totalmente abierta, sin ninguna referencia implícita al modelo Sol-Tierra ni a la metodología por indagación, los y las estudiantes se han decantado, de manera mayoritaria, por títulos con características más artísticas que científicas. Por otro lado, el planteamiento de los objetivos de aprendizaje ha ido mucho mejor, ya que un 45% del alumnado ha incluido al menos un parámetro o variable investigable. Además, la gran mayoría de ellos forman parte del contenido curricular referente al modelo Sol-Tierra.

En lo que se refiere a las actividades planteadas, un alto porcentaje del alumnado comienza proponiendo una actividad de ideas previas, lo que representa un buen desempeño dentro de la enseñanza problematizada. Sin embargo, les cuesta proponer actividades que permitan la indagación y más todavía explicar cómo las llevarían a cabo. Esto mismo apunta García-Carmona et al. (2017), quien establece que, en general, el alumnado presenta una escasa experiencia en el desarrollo de actividades experimentales, mostrando unas habilidades científicas y de procedimiento insuficientes. Asimismo, entre las actividades planteadas, también hemos detectado un uso bastante extendido de los medios audiovisuales y las TIC, con un enfoque demasiado genérico. Sucede igual, aunque en menor medida, con la utilización de maquetas y/o representaciones físicas en aula.

En la parte final de sus propuestas, algo menos de la mitad del alumnado recapitula y/o extrae conclusiones y plantea actividades de comunicación de resultados. Esto supone una mejoría notable, respecto al planteamiento de actividades que permitan la indagación, resultado similar al obtenido por García-Carmona et al. (2017) es su estudio. En general, podemos concluir que una parte importante de los y las estudiantes del grado han interiorizado algunas de las prácticas metodológicas de la enseñanza problematizada, así como diversos contenidos curriculares del modelo Sol-Tierra, aunque su desempeño global todavía tiene mucho margen de mejora. No obstante, a la hora de valorar los resultados obtenidos y de compararlos con otras investigaciones similares, es necesario tener siempre presente cuáles han sido las características de nuestro estudio, pues el alumnado ha sido preguntado sin previo aviso, en el aula de clase y sin poder consultar apuntes ni bibliografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana.

García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, *47(5)*, 989-1010. Recuperado de https://doi.org/10.1007/s11165-016-9536-8

Jerrim, J., Oliver, M. y Sims, S. (2019). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, *61*, 35-44. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.004

Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R. y López-Gay Lucio-Villegas, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, *12(1)*, 149-166. Recuperado de https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2908

Martínez-Torregrosa, J., Limiñana, R., Menargues, A. y Colomer, R. (2018). In-depth teaching as oriented-research about seasons and the Sun/Earth model: effects on content knowledge attained by preservice primary teachers. *Journal of Baltic Science Education*, *17(1)*, 97-119. Recuperado de http://oaji.net/articles/2017/987-1519203761.pdf

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, *35(1)*, 29-52. Recuperado de http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068

Tsivitanidou, O. E., Gray, P., Rybska, E., Louca, L. y Constantinou, C. P. (Eds.) (2018). Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning. Cham, Switzerland: Springer. Recuperado de https://www.springer.com/us/book/9783319914053

P.28 Estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria: la ciencia, las asignaturas de ciencias y el uso del laboratorio

Jose Manuel Montejo Bernardo

Departamento de Ciencias de la Educación. Facultad de Formación del Profesorado y Educación. Universidad de Oviedo. montejojose@uniovi.es

RESUMEN

Las asignaturas de ciencias no figuran entre las favoritas de los estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria. Son mayoritariamente "de letras", con poco interés hacía la ciencia y que no se ven preparados para enseñar esa disciplina a sus alumnos. Por otra parte, manifiestan habitualmente que ni como estudiantes de Primaria, ni en sus practicum acudieron al laboratorio de ciencia. En este trabajo se quiere ahondar en esas cuestiones y tener una información más amplia sobre la actitud de estos estudiantes hacia la ciencia y sobre su experiencia en el laboratorio. Se distribuyó un cuestionario entre los estudiantes de 3º del Grado con afirmaciones relacionadas con la enseñanza e interés de las ciencias, y preguntas sobre el uso del laboratorio. Los resultados muestran el poco uso del laboratorio en los colegios y una diferente actitud de los alumnos de "letras" y "ciencias".

Palabras clave: Educación Primaria, Interés por la ciencia, uso del laboratorio.

INTRODUCCIÓN

En conversaciones informales con los alumnos del Grado en los años que llevo dándoles clase de física y química, siempre aparecen dos temas que se repiten curso tras curso: que no les atraen especialmente las asignaturas de ciencias ni les interesa la ciencia en general, y el escaso uso del laboratorio, tanto en su época de estudiantes en el colegio como durante sus prácticum en la carrera. Para tener una información más detallada y concreta sobre ambas realidades, se ha llevado a cabo un primer estudio preguntándoles directamente sobre tales cuestiones.

La ciencia y las asignaturas de ciencias

No es ningún secreto que, en líneas generales, a los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria no les gusta las asignaturas de ciencias, y esa actitud no es algo que surja al llegar a la Universidad, aparece ya en su época de escolares, y se acentúa aún más al pasar a la ESO (Vázquez y Manassero, 2008). Su principal argumento para justificarse es que la mayoría "son de letras" (Vílchez-González, Carrillo-Rosúa y Fernández-Martínez, 2010; Montejo-Bernardo, 2018), y eso se traduce en el Grado en un bajo interés por los estudios relacionados con la ciencia (Nácher-Mestre y Monferrer-Sales, 2014). Esto representa un verdadero problema, puesto que sus conocimientos de ciencia básica están en muchas ocasiones por debajo de los necesarios para impartir clases de ciencias a sus futuros alumnos, lo que supone uno de los mayores obstáculos para mejorar la calidad y el interés en ciencias de los estudiantes de Educación Primaria (Cortes-Gracia et al., 2012). Además, ellos mismos tienen el convencimiento de no estar preparados para impartir clases de ciencias (Mazas y Bravo-Torija, 2018), lo que agrava aún más el problema, pues esto significa fundamentalmente el ceñirse a los contenidos teóricos del libro de texto, sin emplear ninguna actividad complementaria.

El uso del laboratorio

Una de las consecuencias de esta situación es el escaso (por no decir, nulo) uso que se hace en la etapa de Educación Primaria del laboratorio como recurso para acercar la ciencia a los alumnos y ofrecerles un primer contacto con la misma (Vílchez-López y Escobar-Benavides, 2014). Y ello a pesar de que sobre el papel el trabajo en el laboratorio escolar se reconoce como una estrategia didáctica que permite promover el conocimiento científico entre los escolares y que constituye una gran oportunidad para su desarrollo cognitivo y para la motivación (Espinosa-Ríos, González-López y Hernández-Ramirez, 2016). Además **de servir para experimentar** y poder comprobar contenidos dados en la teoría, el empleo del laboratorio también puede ayudar a conocer ideas preconcebidas y nivel de conocimientos que tienen los alumnos (Jara, Cuetos y Serna, 2015).

OBJETIVOS Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

El presente trabajo pretende ser un estudio preliminar sobre las dos cuestiones comentadas previamente. Por una parte, se quiere conocer el grado de interés y predisposición hacia los contenidos de ciencias (tanto del Grado como en general) de los estudiantes, analizando si sus preferencias en los estudios (letras o ciencias) son un variable a considerar. Y por otra parte se trata de recabar información sobre el empleo del laboratorio en la Educación Primaria. La información obtenida ayudará a optimizar el cuestionario y a definir y concretar los siguientes pasos de la investigación. El estudio se llevó a cabo entre los alumnos de 3º del Grado en la Universidad de Oviedo en el curso 2019/2020. Se basa en un cuestionario que se distribuyó en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales el primer día de las Prácticas de Laboratorio (PLs), pero antes de empezar con las actividades propiamente dichas. De esta manera se aseguraba una mayor participación (las PLs representan el 40% de la nota de la parte de Física y Química de la asignatura y la asistencia es mucho mayor que en las clases de teoría o en las Prácticas de Aula) y se pretendía que sus opiniones con respecto al uso del

laboratorio se basaran en su criterio actual y no estuvieran influidas por las prácticas de esa asignatura. Rellenar el cuestionario era voluntario y respondieron un total de 115 alumnos, lo que representa un porcentaje superior al 90% de los asistentes a las prácticas.

El cuestionario

Para el diseño y selección de las cuestiones se tomaron como modelos los trabajos de **Vílchez-López y Escobar-Benavides (2014), que emplean un cuestionario optimizado a partir de pruebas piloto previas, y de** Mazas y Bravo-Torija (2018), que emplea un cuestionario adaptado del proyecto ROSE (https://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/). El resultado final se muestra en la **Figura 1**. Incluye una primera parte con aspectos "identificativos" (tipo de bachillerato estudiado, edad y sexo) para ver si influyen o no cada una de ellos en los resultados, en este primer análisis nos centraremos únicamente en el papel del tipo de bachillerato estudiado. Hay también una cuestión sobre su interés en las asignaturas de ciencias (al llegar a tercero han cursado "Didáctica de las Matemáticas I, II y III", "Didáctica del Medio Natural" y "Didáctica de las Ciencias Experimentales"). En un segundo bloque se incluyen afirmaciones relacionadas con su valoración y actitud hacia los contendidos de ciencias (a-g, j y m) y cuestiones relacionadas con el uso del laboratorio, tanto en el Grado como en su futura actividad docente (h, i, k y l). Cada cuestión debían evaluarla entre 0 (nada de acuerdo) y 10 (totalmente de acuerdo). En un tercer bloque se les pregunta sobre el uso del laboratorio de ciencias en su época de estudiantes de primaria y durante sus prácticas en el Grado en el curso pasado.

Perfil de los estudiantes

De los 115 encuestados 88 tienen una edad entre los 20 y los 22 **años** y solo 6 alumnos están por encima de los 30 años (con una edad máxima de 44 años). Hay una clara mayoría de alumnas frente a alumnos (79 vs. 36) y el porcentaje de estudiantes "de letras" (65,2%, 26 hombres y 49 mujeres) casi dobla al de aquellos que hicieron un bachiller "de ciencias" (34,8%, 10 hombres y 30 mujeres).

Bachiller que estudiaste: _____ ☐**Hombre** ☐**Mujer** **Edad**____

1) Si fueran optativas, ¿cogerías las asignaturas de ciencias en el Grado? ☐ Sí ☐ No ☐ Alguna

2) Puntúa cada una de las afirmaciones de 0 (NADA de acuerdo) a 10 (TOTALMENTE de acuerdo):

a) La ciencia que me enseñaron en la escuela y en el instituto me resultó interesante. ____

b) La ciencia que me enseñaron en la escuela y el instituto me resultó fácil de entender. ____

c) La ciencia que me enseñaron en la escuela y el instituto me es útil para la vida diaria. ____

d) Me gustan las asignaturas de ciencias. ____

e) Se me dan bien las asignaturas de ciencias. ____

f) Es necesario e importante tener asignaturas de ciencias en el Grado. ____

g) Las asignaturas de ciencias en el Grado me van a servir para mi labor como maestro/a. ____

h) Es importante y necesario usar el laboratorio en las asignaturas de ciencias en el Grado. __

i) Me gusta hacer experimentos y utilizar material de laboratorio. _____

j) Es bueno y adecuado que los niños de Primaria aprendan ciencias en la escuela. ____

k) Es bueno y adecuado que los niños de Primaria usen el laboratorio en la escuela. ____

l) Con mis alumnos voy a usar el laboratorio del colegio para enseñar ciencias. _____

m) Como maestro/a me veo preparado/a para dar clases de ciencias a mis alumnos. ____

3) Cuando eras estudiante de primaria, ¿con qué frecuencia ibas a hacer experimentos al laboratorio?

☐ De vez en cuando ☐ Con bastante frecuencia (2-3/mes) ☐ Con mucha frecuencia ☐ Nunca.

*En el colegio donde hiciste el practicum el año pasado, ¿tenían laboratorio de ciencias?

☐ Sí ☐ Sí, pero lo usaban para otra cosa (almacén, idiomas…) ☐ No lo sé ☐ No

*Durante tu prácticum el año pasado…

☐ No usamos el laboratorio ☐ Lo usamos uno o dos veces ☐ Lo usamos más de dos veces.

*En el colegio en el que hiciste el prácticum el año pasado. El laboratorio de ciencias…

☐ No lo usan nunca ☐ Lo usan alguna vez ☐ Lo usan muy a menudo ☐ No sé si lo usan

Figura 1. Contenido del cuestionario pasado al alumnado del Grado de Maestro en Educación Primaria

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la **Tabla 1** muestra los resultados para la pregunta **1)** sobre escoger asignaturas de ciencias si fueran optativas. Según estos datos los estudiantes "de letras" están mucho menos interesados en este tipo de contenidos para su formación. Es también significativo que el 15% de los estudiantes de "ciencias" preguntados no cursarían alguna/s de las asignaturas de ciencias ofertadas en el Grado.

Tabla 1. Respuestas a la cuestión "Si fuesen optativas, ¿cogerías las asignaturas de ciencias en el Grado?"

	SÍ	NO	ALGUNA
Letras (75 estudiantes)	10	23	42
Ciencias (40 estudiantes)	34	0	6

Bloque 2. Valoración y actitud hacia las ciencias y el uso del laboratorio

En la **Figura 2** se recogen los resultados para las afirmaciones **a)** - **e)**. Son cuestiones que tienen que ver directamente con el interés que tienen por la ciencia y la valoración que le dan a su aprendizaje. Para poder apreciar mejor las diferencias entre el grupo de "letras" y el grupo "de ciencias" las respuestas se han agrupados en tres intervalos: valoración baja (0-4), valoración media (5-7) y valoración alta (8-10). Las respuestas de las cuestiones **a)** y **b)** presentan una tónica similar, con porcentajes semejantes de valoración media y altos porcentajes de valoración baja entre los alumnos "de letras" y de valoración alta entre los "de ciencias". En la cuestión **c)** es llamativo el número de valoraciones medias por parte de los alumnos "de ciencias", mientras que en la cuestión **d)** llama la atención el alto porcentaje de estudiantes "de letras" que le dan una valoración media o alta. Las respuestas de la cuestión **e)** ponen de manifiesto que la mayoría de los estudiantes "de letras" considera que no se le dan bien los contenidos científic

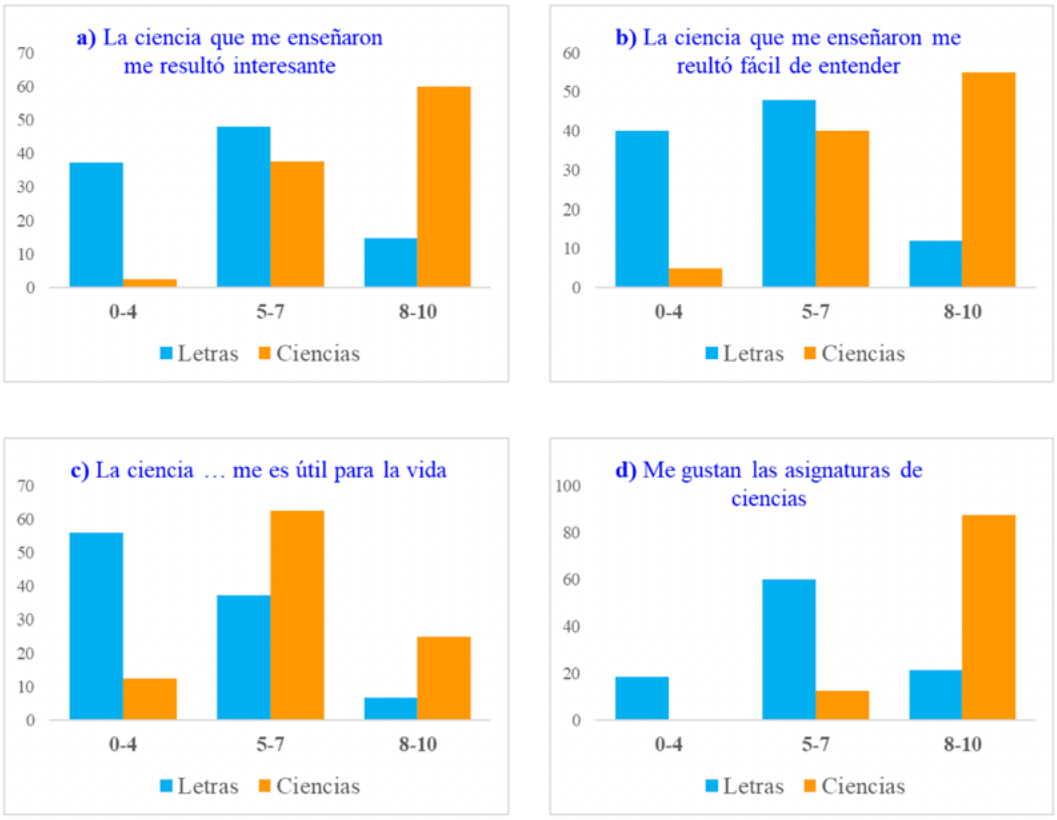


Figura 2. Respuestas para los enunciados a) - e). Se muestran agrupadas por frecuencias para una mejor comparativa entre ambos grupos de estudiantes

A pesar de todas estas respuestas, al ser interpelados sobre la importancia de las asignaturas de ciencias en el Grado [cuestiones **f)** y **g)**], la valoración media que le dan los estudiantes "de letras" no es tan baja como podría esperarse con respecto a la que le otorgan los estudiantes "de ciencias" (**Figura 3 izquierda**), si bien es verdad que presenta una mayor dispersi**ón en** los datos. Este resultado podría considerarse contradictoria con las respuestas recogidas en la **Tabla 1**. Las valoraciones promedio son aún más similares a la hora de puntuar el empleo del laboratorio en las asignaturas experimentales del Grado [cuestiones **h)** e **i)**]. Ambos grupos de estudiantes le otorgan unas notas medias muy altas **(Figura 3 derecha**), aunque una vez más las puntuaciones de los estudiantes "de letras" están **más dispersas.**

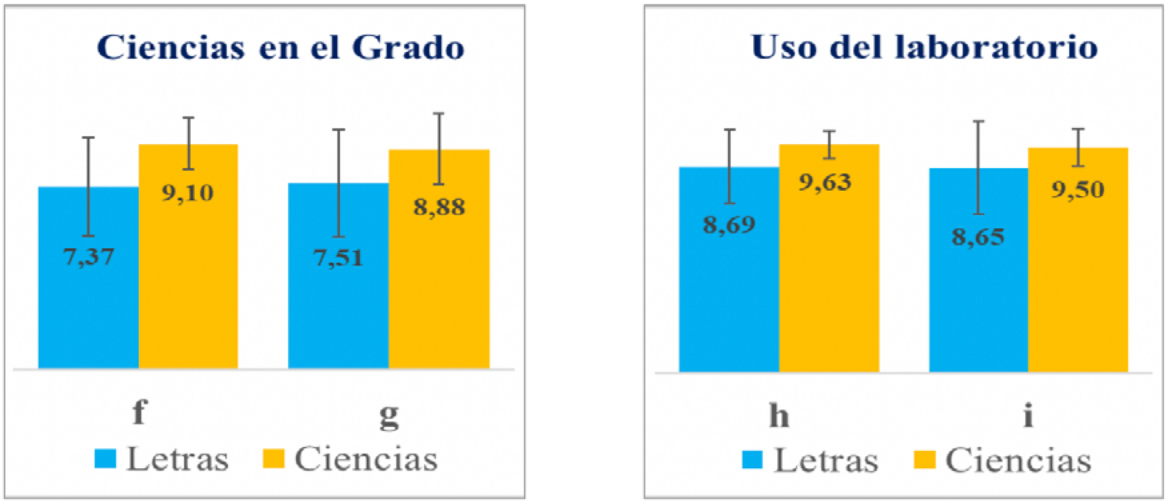


Figura 3. Comparativa de respuestas promedio para los enunciados f) - i), que versan sobre los estudios de ciencias (izquierda) y el uso del laboratorio (derecha) en el Grado.

Las siguientes dos cuestiones se centran en la importancia que le dan los estudiantes del Grado a que los alumnos de Educación Primaria aprendan ciencia en la escuela [enunciado **j)**], y a que tengan sesiones de laboratorio [enunciado **k)**]. De nuevo los valores medios de las respuestas son altos y similares en ambos grupos (**Figura 4**), y cabe señalar que para la cuestión **k),** las puntuaciones de ambos grupos de estudiantes est**án prácticamente igual de dispersas. Al ser preguntado sobre su intención de emplear el laboratorio en sus futuras clases como docentes [cuestión l)**], aparece una misma actitud en los dos grupos, la valoración media desciende con respecto a las cuestiones anteriores y la dispersión de las respuestas aumenta, siendo además similar en ambos.

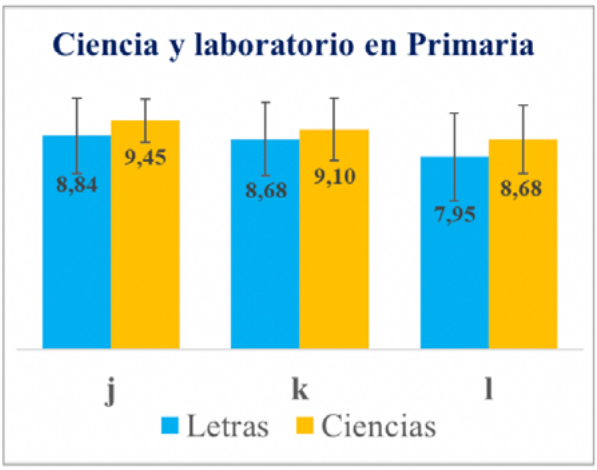


Figura 4. Comparativa de respuestas promedio para los enunciados j) - l), relacionadas con la enseñanza de la ciencia y el uso del laboratorio en la Educación Primaria.

Análisis aparte merece la cuestión **m)** sobre cómo se ven de preparados para dar clases de ciencias a sus futuros alumnos de Primaria. Los resultados agrupados en la **Tabla 2** revelan algunos datos interesantes. La nota media del grupo "de ciencias" es mayor que la del grupo "de letras" y está menos dispersa, pero no es un valor alto. Además, la diferencia entre ambas notas medias no es tan grande como se podría esperar a partir de las respuestas de la cuestión **e)**, y llama la atención que casi la mitad de los estudiantes "de letras" se puntúan entre 6 y 8, un porcentaje no muy diferente del que se da entre los "de ciencias".

Tabla 2. Respuestas a la cuestión "Como maestro/a me veo preparado para dar clase de ciencias"

	0-2	3-5	6-8	9-10	Media
Grupo "de letras" (75)	9 (*12%*)	24 (*32%*)	37 (*49,3%*)	5 (*6,7%*)	5,6 ± 2,4
Grupo "de ciencias" (40)	0 (*0%*)	3 (*7,5%*)	24 (*60%*)	13 (*32,5%*)	7,6 ± 1,6

Bloque 3. Uso del laboratorio como estudiantes de Primaria y en las prácticas del Grado.

Los alumnos del Grado "no" utilizaban el laboratorio de ciencias cuando eran estudiantes de Primaria. Tal como muestra la **Figura 5**, solo 6 de los 115 encuestados lo visitaron con bastante (2/3 veces al mes) o mucha frecuencia, y curiosamente solo uno es alumno "de ciencias".

Figura 5. Asistencia de los alumnos del Grado al laboratorio durante su época de estudiantes de Primaria.

Al analizar las respuestas sobre su uso durante el periodo de prácticas en el Grado del curso pasado los resultados son igual de desalentadores. Para empezar, si atendemos a sus respuestas, solo 31 de ellos estuvieron en centros escolares que dispusieran de un laboratorio de ciencias que se usara para tal fin (**Figura 6 izquierda**), lo que implica que, de partida 84 alumnos no tuvieron ni siquiera la oportunidad de poder realizar

experimentos de laboratorio con sus estudiantes de Primaria. Y de esos 31 alumnos, solo 9 llegaron a utilizar el laboratorio, y tan solo una o dos veces en la mayoría de los casos (**Figura 6 derecha**).

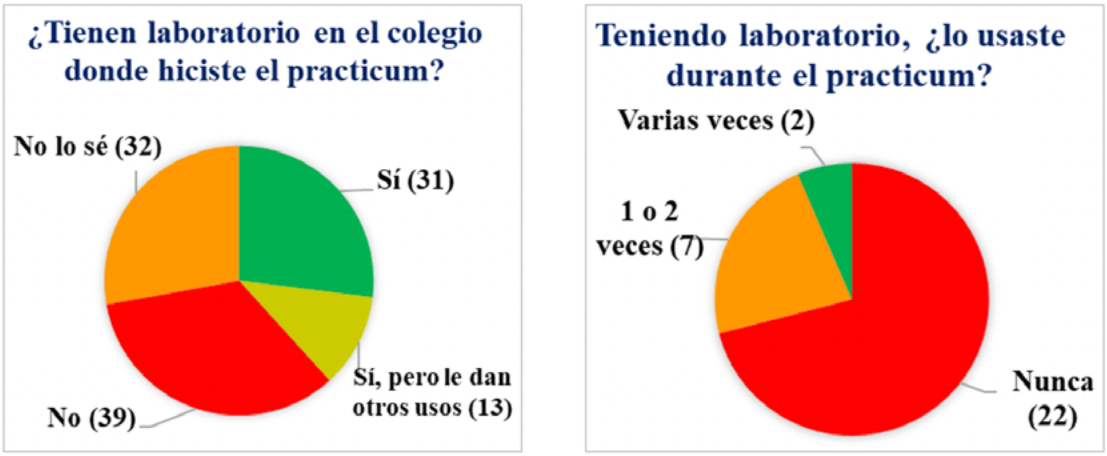


Figura 6. Disponibilidad de laboratorio en los colegios de prácticas de los alumnos del Grado (izquierda). Uso del laboratorio durante su periodo de prácticas en aquellos colegios en los que los alumnos afirmaron que lo había (derecha).

Sin embargo, y siempre según las respuestas de los propios encuestados, parece ser que la situación dada durante su periodo de prácticas no es en general la tónica habitual, y en los colegios en los que se dispone de laboratorio de ciencias, este se usa con una cierta regularidad en la mayoría de los casos, tal como se muestra en los datos recogidos en la **Figura 7**. Una posible explicación de la diferente realidad que se muestra en dicho gráfico y en la **Figuras 6 derecha** pudiera estar en la corta duración del periodo de prácticas de 2º curso del Grado, algo menos de 4 semanas.

Figura 7. Uso del laboratorio, según las respuestas de los alumnos del Grado, en los colegios en los que hicieron el practicum y que disponían del mismo (31 en total).

Comparados estos valores con los publicados por Vílchez-López y Escobar Benavides en el año 2014 hay similitudes y diferencias. En su caso, casi uno de cada tres colegios (el 32,8%) donde habían hecho prácticas los alumnos del grado tenían laboratorio, en el presente estudio ese porcentaje es un poco menor, un 27% (31/115). En cuanto al uso del laboratorio por parte del estudiante de grado durante sus prácticas, en su caso

fue de un 3,9%, mientras que en el presente estudio dicho valor es justo del doble, el 7,8% (9/115, porcentaje que sube al 29% si nos referimos solo a los alumnos en centros con laboratorio). En el trabajo del 2014 se indica que un 18% de los alumnos confirman que el laboratorio del centro se usa por parte de otros profesores, en nuestro estudio ese valor es de un 23% (27/115, valor que sube al 87% si consideramos solo las 31 respuestas en las que se afirma que hay laboratorio).

CONCLUSIONES

El hecho de ser "de ciencias" o "de letras" marca claras diferencias en la actitud e interés hacia la ciencia de los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria, siendo bastante peor en el caso de los primeros. Sin embargo, tienen opiniones medias similares (y positivas-muy positivas) en cuanto a la importancia de la ciencia para la formación de sus alumnos y con respecto al uso del laboratorio en las asignaturas de ciencias, tanto en el Grado como en la Educación Primaria. Es también reseñable el hecho de que no se ven muy preparados para enseñar ciencias a sus futuros alumnos, ni siquiera los estudiantes "de ciencias".

Otra de las realidades que muestra el estudio es que solo uno de cada cuatro de los colegios en los que realizaron las prácticas el pasado curso disponía de laboratorio de ciencias y, aunque parece que su uso es más o menos habitual en la mayoría de esos colegios, el número de estudiantes que lo utilizaron durante sus estancia formativa es muy bajo.

Para dar consistencia a este primer estudio preliminar y afianzar o desmentir las conclusiones aquí mostradas haría falta aumentar el número de alumnos encuestados y un análisis estadístico más riguroso de los datos. Ambos propósitos pretenden cumplirse en los meses venideros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cortés-García, A. L., de la Gándara-Gómez, M, Calvo-Hernández, J. M., Martínez-Peña, M. B., Gil-Quílez, M. J., Ibarra-Murillo, J y Arlegui de Pablos, J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *30(3)*, 155-176.https://ensciencias.uab.es/article/view/597

Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K, D. y Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado, 12*(1), 266-281.

http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125

Jara, D. G., Cuetos, Mª. J. y Serna, A. I. (2015). Didáctica de las Ciencias Naturales en Educación Primaria. Logroño. UNIR (Universidad Internacional de la Rioja).

Mazas, B. y Bravo-Torija, B. (2018). Actitudes hacia la ciencia del profesorado en formación de educación infantil y educación primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, *22*(2), 329-348. doi: 10.30827/profesorado.v22i2.7726

Montejo-Bernardo, J. M. (2018). Propuestas para hacer atractiva una asignatura de ciencias a los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria. *I Congreso Internacional Virtual de Innovación Docente Universitaria "We teach & We Learn"*. Córdoba. Universidad de Córdoba.

Nácher-Mestre, J. y Monferrer-Sales, L. (2014). La Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Grado en Maestro/a de Educación Primaria. *Fòrum de Recerca*, *19*, 297-306.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *5*(3), 274-292.

Vílchez-González, J. M., Carrillo-Rosúa, F. J. y Fernández Martínez, I. (2010). Imagen de ciencia de los futuros titulados en Magisterio por la Universidad de Granada. En A. M. ABRIL, y A. QUESADA (eds.). *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Colección Actas* (99-109). Baeza (Jaen): Universidad de Jaen.

Vílchez-López, J. E y Escobar-Benavides, T. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en Primaria: Percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *13*(2), 222-241.

P.29 Una experiencia sobre la energía en Educación Primaria desde la perspectiva CTS

Vanessa Ortega-Quevedo; Cristina Gil Puente; María Antonia López Luengo; Cristina Vallés Rapp

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. E-mail: vanessa.ortega@uva.es

RESUMEN

El objetivo principal del estudio es valorar el efecto de una intervención educativa en Educación Primaria (10-12 años) usando el tema de la energía como tópico central en el que, utilizando un enfoque ciencia, tecnología y sociedad CTS, se busca fomentar la alfabetización científica y tecnológica y el desarrollo del pensamiento crítico PC. Se presenta el análisis de los datos cualitativos recogidos durante la implementación de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje. Las técnicas de recolección de datos son la observación no participante y el análisis documental de las producciones infantiles. El número total de participantes es de 67. Se ha observado que los estudiantes comprenden las interacciones científico-tecnológicas de la energía con la sociedad, aunque en ocasiones no emplean adecuadamente el vocabulario científico del tema, además transfieren correctamente los conocimientos sobre la energía a su entorno.

Palabras clave: Ciencia, Tecnología y Sociedad; Energía; Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad (CTS) se refleja en la actual en Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), pero la presencia de este tipo de contenidos, así como de Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) aún es insuficiente en las aulas (Fernandes, Pires y Delgado-Iglesias, 2018). Para promover una alfabetización científica de calidad es fundamental que los currículos de ciencias enfaticen sobre estos aspectos, de forma que la enseñanza de las ciencias capacite al alumnado en la toma de decisiones fundamentadas, les permita reconocer el papel de la ciencia y la tecnología en su realidad más cercana e identificar los aspectos relacionados con la calidad de vida y la sostenibilidad del planeta.

La enseñanza de las ciencias también contribuye al desarrollo del pensamiento crítico (PC) de los discentes (Torres y Solbes, 2016) favoreciendo competencias como cuestionar la validez de argumentos, comprender la ciencia como actividad humana no dogmática, realizar juicios de valor y extraer conclusiones que conduzcan a la toma de decisiones fundamentadas.

Por ello, el principal objetivo del trabajo que aquí se presenta fue valorar el efecto de una intervención educativa en Educación Primaria (10-12 años) con la energía como tema central. Se utilizó un enfoque CTS con el fin de fomentar tanto la alfabetización científica y tecnológica como el desarrollo del PC, ambas competencias consideradas como fundamentales en la enseñanza de la ciencia del siglo XXI (Firme, 2020).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación deriva de un proyecto mayor diseñado con el objetivo expuesto en líneas anteriores. En este proyecto se elabora una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) que emplea contenidos curriculares del Bloque 4 "Materia y energía" según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

La complejidad del tratamiento de la energía y su trabajo a lo largo de toda la etapa educativa, llevan a este equipo a plantearse los siguiente objetivos específicos: (1) diagnosticar el estado de los conocimientos previos sobre el concepto de energía, sus propiedades y manifestaciones en los dos últimos cursos de Educación Primaria, y su evolución tras una implementación; (2) observar el tratamiento de los contenidos expuestos en el primer objetivo por parte de los docentes en una sesión con materiales adaptados y validados por este equipo; y (3) analizar el grado de transferencia que realiza el alumnado del conocimiento científico escolar hacia otros contextos.

CONTEXTO

La secuencia didáctica se ha implementado en dos centros educativos de titularidad pública de la provincia de Segovia. Un centro de carácter rural, cerca del núcleo urbano y otro de Segovia capital. El total de participantes se desglosa en la Tabla 1.

Tabla 1. Participantes del estudio

CENTRO	NIVEL SOCIOCULTURAL DE LAS FAMILIAS SEGÚN EL CENTRO	LÍNEAS	LÍNEAS PARTICIPANTES	CURSO	TOTAL DE ESTUDIANTES
1	Medio-bajo	2	2	6º	32

1	Medio-bajo	2	1	5º	17
2	Medio-alto	2	1	6º	18
					67

METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS

En este trabajo se emplearon metodologías cualitativas para el análisis de datos y técnicas e instrumentos de recogida como son: la observación no participante, registrada en tablas y notas de observación y el análisis documental de las producciones de los participantes.

Con el fin de realizar el análisis de los datos recopilados se establece una categorización en base a los resultados obtenidos y los objetivos del estudio (ver Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de análisis cualitativo

A	Relación de los contenidos con la ciencia, la tecnología y la sociedad
B	Uso adecuado del vocabulario específico relacionado con la energía
C	Transferencia de los contenidos curriculares

MATERIALES DIDÁCTICOS

La SEA empleada en esta intervención fue validada anteriormente (Ortega-Quevedo, Gil, 2019) y consta de un total de 3 sesiones de una hora aproximada. En dicha SEA se programa un tratamiento explícito de temas de naturaleza de la ciencia y la tecnología, además de aspectos de pensamiento crítico, junto con los contenidos curriculares señalados. El tratamiento conjunto de estos se realiza mediante una metodología comunicativa que tiene como elemento clave la evaluación formativa-comunicativo-crítica (Quinquer, 2000). Este planteamiento didáctico toma como base el diálogo y la contextualización de los contenidos, así como, la creación de espacios continuos de *feedback*, en los cuales tanto los propios estudiantes, como los docentes pueden reconducir las ideas. En el caso concreto de esta investigación los docentes de la asignatura de Ciencias Experimentales de cada uno de los centros y grupos son quienes han desarrollado las distintas sesiones que componen la SEA.

Dada la limitación de espacio en esta comunicación solo se presenta el análisis de la primera sesión de la SEA, cuya estructura queda resumida en la figura 1 y que se detalla a continuación. En primer lugar, se realiza una rutina de pensamiento (Ritchhart, Church y Morrison, 2014) como actividad inicial que consiste en la construcción por parejas de un mapa mental que relacione los conceptos de energía; propiedades de la energía; manifestaciones de la energía; ciencia y tecnología; y sociedad (los conceptos son elaborados por el docente en formato papel y que entrega al alumno para su organización). En segundo lugar, se presentan los contenidos a trabajar entablando un diálogo con el alumnado (es importante que en este espacio se interactúe con los estudiantes para que interioricen los contenidos y el vocabulario trabajado y sean capaces de identificarlo en su entorno próximo). Por último, se realiza, nuevamente en parejas, una ficha donde se plantean preguntas controvertidas sobre la temática que luego se pasan a debatir en gran grupo. Asimismo, para el desempeño correcto de la metodología es preciso dar al alumnado la oportunidad de completar o modificar cualquiera de los ejercicios propuestos a medida que su conocimiento es reconstruido.

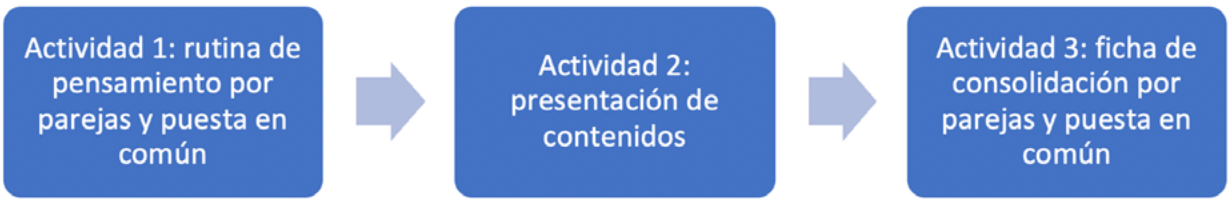


Figura 1. Estructura de la primera sesión de la SEA

RESULTADOS

Los resultados se presentan según las categorías de análisis (ver Tabla 2).

Relación de contenidos con la ciencia la tecnología y la sociedad (categoría A)

Los aspectos relacionados con esta categoría se han abordado sobre todo durante la primera actividad. Inicialmente todos los grupos, al elaborar su esquema, establecen una primera relación entre conceptos que va evolucionando. En primer lugar, unen, por una parte, ciencia y tecnología con sociedad, y por otra, energía con propiedades y manifestaciones de la energía.

Tras la sugerencia realizada por la docente de la posibilidad de que existan **más relaciones**, los equipos de estudiantes enlazan los dos grupos relacionados inicialmente. Las relaciones que más se repiten en este segundo intento son: manifestaciones de la energía con sociedad y energía o propiedades de la energía con ciencia y tecnología (ver Figura 2). Algunos de estos grupos de estudiantes van más allá e incluyen relaciones iniciales como: manifestaciones de la energía y ciencia y tecnología, o energía y sociedad (Ver Figura 3).

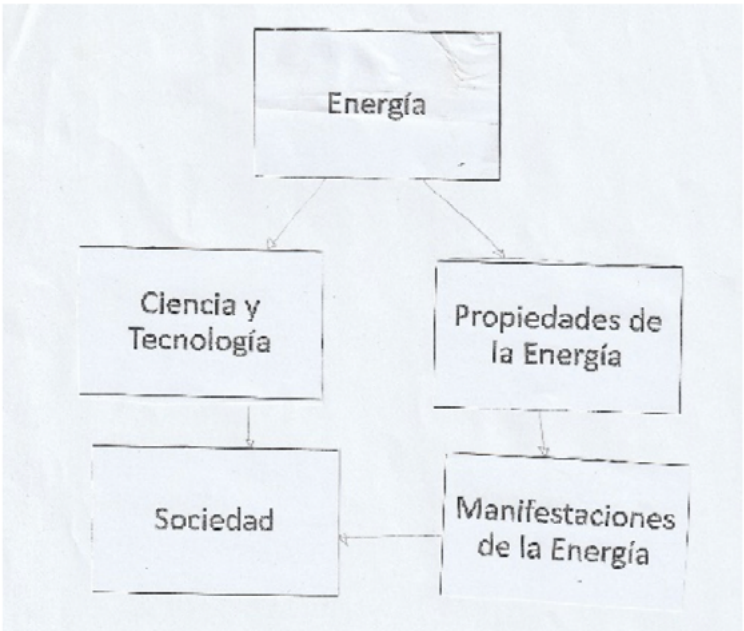


Figura 2. Primer ejemplo de mapa mental generado en la primera actividad

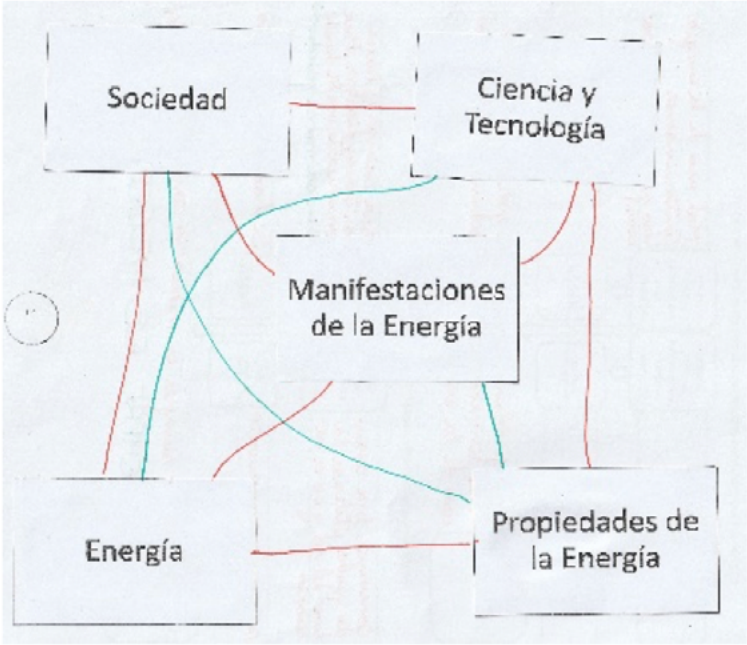


Figura 3. Segundo ejemplo de mapa mental generado tras la puesta en común de la primera actividad

Por **último**, durante la puesta en común, los alumnos exponen los motivos por los que relacionan los conceptos, siendo los más repetidos: el estudio de las propiedades de la energía por la ciencia y la tecnología, el uso de la sociedad de las manifestaciones de la energía, la necesidad de la sociedad de tener ciencia y tecnología. Seguidos de otros menos comunes como: la necesidad que tiene la sociedad del uso de la energía. Una vez que el alumnado ha expuesto las relaciones que ha establecido y su justificación, el docente completa de forma que establezca una relación entre todos los conceptos. Tras este proceso los discentes pueden completar su esquema, si lo consideran oportuno con otro color (por ejemplo, en la Figura 3 se añaden relaciones en color verde). A este respecto cabe resaltar que los debates han funcionado mejor en los grupos donde los docentes acostumbran a implementar un modelo didáctico dialógico, lo cual ha permitido que los docentes de los grupos del centro 1 hayan hecho unas reconducciones más profundas que evidencian más modificaciones en sus esquemas iniciales.

Uso adecuado del vocabulario específico relacionado con la energía (categoría B)

En cuanto al tratamiento de terminología adecuada se detecta el uso incorrecto de términos que provoca conflictos con la comprensión y asimilación adecuada de nociones teóricas. Los conceptos conflicto se repiten en los distintos grupos y son: la distinción entre el concepto de energía y las fuentes de energía y la propiedad de la conservación de la energía.

Durante la observación se aprecia una correcta exposición teórica por parte de los docentes de las propiedades de la energía. No obstante, en las respuestas del alumnado a las preguntas propuestas en la actividad tres, se detectan errores terminológicos que no son reconducidos en la puesta en común y los estudiantes no reformulan. Un ejemplo de esta situación puede verse en la Figura 4. El alumnado de este grupo llega a la conclusión de que “no hay que consumir energía porque es muy cara y se gasta”. Estos alumnos ponen en común sus respuestas durante el debate en gran grupo y no se les pide que concreten a qué se refieren con que la energía es cara o se reconduce el mal uso de la expresión “la energía se gasta”. En este caso el docente da por supuestas las nociones a las que se refieren los estudiantes y no realiza ningún tipo de reconducción. De esta forma, los discentes dan por buena su respuesta y no la mejoran, lo cual da lugar a que la reconstrucción de contenidos que realizan estos estudiantes entre en conflicto con propiedades como la conservación de la energía.

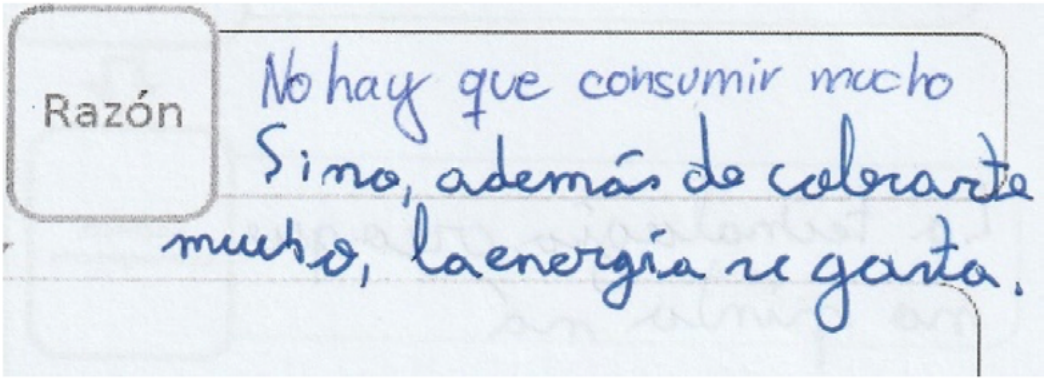


Figura 4. Ejemplo de respuesta a preguntas de la tercera actividad 1

Otro ejemplo, aunque menos extendido, es el presentado en la Figura 5, extraída nuevamente de una de las respuestas a preguntas de la actividad tres. En este caso, el grupo de estudiantes hace referencia a que la energía contamina y se resignan a su uso porque es importante, insinuando que la energía es mala porque contamina, pero su uso diario es necesario. En este contexto, se repite el patrón de evitar pedir al alumnado que concrete sus respuestas durante el debate, de forma que no se profundiza en las insinuaciones del alumnado hasta clarificar que la energía no es un ente contaminante por sí misma, sino que algunas formas de obtención de energía producen ciertos tipos de contaminación. Del mismo modo que en el caso anterior, se observa que el alumnado no reformula su respuesta, ni la completa dándola por correcta y, por ende, construyendo sus conocimientos sobre una base errónea.

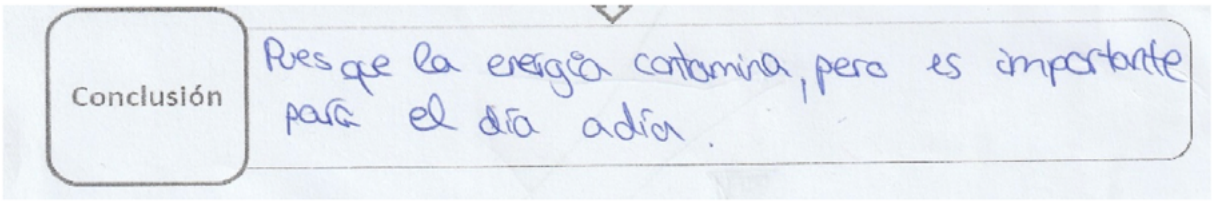


Figura 5. Ejemplo de respuesta a preguntas de la tercera actividad 2

Transferencia de los contenidos curriculares (categoría C)

La contextualización que hace el alumnado de los contenidos curriculares trabajados se identifica a lo largo de los debates de todas las actividades y también en las producciones escritas. Asimismo, esta contextualización se presenta en cuatro focos principales:

- Los discentes identifican la energía eléctrica que llega a sus hogares como procedente de centrales que pueden extraer la energía de fuentes renovables como el sol, el viento o el agua. No obstante, no identifican la procedencia de esta energía de centrales térmicas con uso de fuentes de energía no renovable.

- Un reducido número de estudiantes contextualiza la energía como elemento básico para la vida y la propia supervivencia de nuestro organismo. Algunos ejemplos son: la energía "*es necesaria para la vida*" o "*necesitamos la energía para las funciones vitales*". El resto se limita a contextualizar los usos domésticos de la energía "*gracias a la energía nosotros podemos utilizar gran cantidad de aparatos y maquinaria que nos hace la vida mucho más fácil*". Sin embargo, una vez que los compañeros exponen la necesidad de la energía para la vida, estos la interiorizan y modifican sus respuestas añadiendo esa visión.

- El alumnado contextualiza los problemas energéticos reduciéndolos a la contaminación y a los problemas de abastecimiento de fuentes energéticas como el petróleo. Por ejemplo: "*hay problemas energéticos por la contaminación y el mal uso de la energía*".

- Los discentes comprenden cómo la ciencia y la tecnología ha contribuido al estudiar y explotar las distintas manifestaciones energéticas y cómo gracias a esto la sociedad puede contar con distintas formas de energía en sus hogares para facilitar nuestras vidas. Por ejemplo: "*la energía se transporta a través de cables eléctricos por las propiedades de la energía y llegan a nuestras casas para poder usarla de distintas formas*".

CONCLUSIÓN

A modo de cierre, se destaca que:

- Inicialmente los estudiantes no conectan los conceptos ciencia, tecnología y sociedad con los contenidos curriculares. No obstante, todos los grupos comienzan a identificar y relacionar la mayor parte de los conceptos tras la inducción a la reflexión. Se observa que los grupos que inicialmente no reconocen estas relaciones por sí mismos son capaces de identificarlas una vez que estas son expuestas por parte de compañeros o, en última instancia, de los docentes

- A pesar de la correcta exposición de los contenidos y del uso adecuado del vocabulario relacionado con el tema por parte de los docentes, los estudiantes no emplean adecuadamente el vocabulario y concluyen ejercicios cometiendo incoherencias teóricas que no tiene reconducción por parte de los docentes. Esto no sucedía en las implementaciones de las SEA llevadas a cabo por una docente que reconducía cada uno de los errores de vocabularios expresados por los estudiantes (Ortega-Quevedo y Gil, en prensa). En consecuencia, se resalta la importancia de estas reconducciones, para que el aprendizaje de los estudiantes sea significativo y científicamente correcto.

- Los discentes transfieren a su vida cotidiana las manifestaciones, las transformaciones o el transporte de la energía, a pesar de que la mayoría en un primer momento no es capaz de reconocer muchos de estos contenidos en su entorno inmediato.

En conclusión, se quiere resaltar que: (1) no se reconduzca el uso de vocabulario inadecuado hace que los estudiantes construyan aprendizajes sobre una base incoherente desde un punto de vista teórico (primer objetivo). (2) El tratamiento del contenido por parte de los docentes es correcto en las fases de exposición y explicación, pero en el momento de realizar reconducciones concretas se sobreentiende lo que pretende decir el alumnado promoviendo una cimentación errónea del aprendizaje (segundo objetivo). (3) Los estudiantes presentan dificultades para identificar ciertas cuestiones relacionadas con la energía en un primer momento, pero una vez que se les muestran ejemplos y se les induce a la reflexión interiorizan las mismas fácilmente y son capaces de identificar, ejemplificar y aportar razones que evidencien sus ideas (tercer objetivo).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fernandes I. M., Pires D. y Delgado-Iglesias J. (2018) ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15* (1), 1101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1101

Firme, R. N. (2020). Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de*

las Ciencias, 15(1), 65-82. doi: http://doi.org/10.14483/23464712.14300

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado 295, 10 de diciembre de 2013, 97858-97921.

Ortega-Quevedo, V., y Gil, C. (En prensa). La evaluación formativa como elemento para visibilizar el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología y pensamiento crítico. *Publicaciones*, (En prensa), XX-XX.

Ortega-Quevedo, V., y Gil, C. (2019). La naturaleza de la ciencia y la tecnología. Una experiencia para desarrollar el pensamiento crítico. *Revista Científica*, *35*(2), 167-182. Doi: https://doi.org/10.14483/23448350.14095

Quinquer, D. (2000). Modelos y enfoques sobre evaluación: el modelo comunicativo. En A. Parcerisa (Dir.), *Evaluación como ayuda al aprendizaje* (pp.13-20). Barcelona: Laboratorio Educativo; Graó.

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, pp. 19349-19420. Recuperado de: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-2222

Ritchhart, R., Church, M., y Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento. Cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Torres, N. Y., y Solbes, J., (2016) Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, *34* (2)2, 43-65.

P.30 Estudio observacional descriptivo de los centros de Educación Primaria con enseñanza bilingüe y no bilingüe de la provincia de Valladolid

Mª Victoria Vega Agapito, José Roberto Arias García y Jaime Delgado Iglesias

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. E-mail: jaime.delgado.iglesias@uva.es

RESUMEN

La enseñanza bilingüe ha aumentado significativamente en España. Para averiguar si influye en la adquisición de la competencia científica y tecnológica, se necesita primero delimitar los centros a estudiar. Se ha utilizado un trabajo exploratorio de los colegios de la provincia de Valladolid mediante un proceso de recogida de datos que posteriormente serán procesados a través de un análisis de conglomerados, tratando de verificar posibles perfiles de colegios. Existen un número similar de colegios no bilingües/bilingües, presentando estos en su mayoría un formato de sección única, que mayormente comenzaron su andadura en 2006/7. La lengua preferentemente usada es el inglés y las Ciencias de la Naturaleza son una de las materias que se suelen impartir en dicha lengua. La información obtenida permitirá diseñar la estrategia de selección de colegios para continuar la investigación.

Palabras clave: Bilingüismo; centros docentes; Educación Primaria; Valladolid

INTRODUCCIÓN

La necesidad de preparar a los alumnos para la globalización existente en el mundo actual, provocó que la educación en España diera un cambio radical hacia el plurilingüismo a finales del siglo XX con la elaboración del Libro blanco en Educación y Formación (Alcaraz Varó, 2000), cambio que ha continuado en este siglo XXI influido por el Marco común europeo de referencia para las lenguas (Benavent-Sancho, 2014).

Para conseguir esa competencia plurilingüe, que parece demandar la sociedad actual (Barranco, 2014), se ha producido la generalización del bilingüismo en los colegios, tanto a nivel de la Educación Primaria (EP) como en las etapas posteriores.

Esta proliferación nos lleva a plantearnos si la enseñanza bilingüe nace de una propuesta reflexiva centrada en metodologías fuertes que permitan un desarrollo e interiorización de otro idioma con garantías o es fruto de una moda y por tanto está planificada con un rigor laxo.

OBJETIVOS

El presente trabajo se enmarca en un proyecto más amplio que pretende estudiar, la influencia de la educación bilingüe en la adquisición de la competencia científica y tecnológica en EP, para explorar si la adquisición de esta competencia se altera y qué factores pueden contribuir a esta alteración cuando las Ciencias de la Naturaleza (CN) se imparten en una lengua distinta a la materna. Como objetivo más inmediato se plantea seleccionar aquellos centros en los que administraremos un cuestionario a los alumnos de 6º de EP que evaluarán tanto los conocimientos como las actitudes hacia las CN.

MATERIAL Y MÉTODOS

Contexto del estudio y recogida de información

La población objeto de estudio la constituyen todos los centros docentes de EP de la provincia de Valladolid. El número total, en este curso 2019/2020, es de 156 colegios de diferente tipología.

Para obtener todos los datos con los que estamos trabajando, hemos recurrido a información de la Junta de Castilla y León (JCyL) en su Portal de Educación y a la información que tienen los centros escolares en sus páginas web en los Proyectos de Centro (PEC).

Diseño

La presente investigación es un trabajo exploratorio que utiliza un estudio ex-post-facto mediante un proceso de recogida de datos que posteriormente será analizado. Según Bernardo y Caldero (2000, citados por Cancela, Cea, Galindo y Valilla, 2010) este tipo de investigación se caracteriza por estudiar un fenómeno o situación sin modificarlo y donde no se tiene control sobre las variables.

Como un primer paso, se ha realizado un estudio observacional descriptivo de los centros escolares de la provincia de Valladolid, centrándonos en cuestiones relativas al bilingüismo (número de colegios en los que se da esta enseñanza, lengua utilizada, tipo de profesorado, asignaturas impartidas, ubicación, titularidad…). Con estas variables se realizará un análisis de conglomerados tratando de buscar similitudes y diferencias que nos permitan verificar perfiles adecuados de colegios que nos sirvan para extraer una muestra que en un futuro estudio nos posibilite analizar la implementación de las secciones bilingües en estos centros.

Para llevar a cabo este análisis tenemos en cuenta los diferentes tipos de análisis de conglomerados que podemos encontrarnos siendo en este caso el análisis de conglomerados jerárquicos el elegido porque, como

señalan Martín, Cabero y de Paz (2007), es el método idóneo para utilizar cuando utilizamos un tamaño pequeño de datos y adecuado para variables de tipo recuento. Además, es de gran ayuda cuando no se conoce el número de clusters a priori.

Se ha utilizado el paquete ofimático Microsoft Excel junto con el programa IBM SPSS para la realización de los gráficos y el programa IBM SPSS para la realización del análisis de conglomerados.

RESULTADOS

Centros bilingües y no bilingües

El número de colegios de EP que muestran la opción bilingüe (50,64 %), en cualquiera de sus formatos, se equipara al número de centros educativos de EP que no presentan esta opción (49,36 % centros no bilingües).

La mayor parte de estos centros bilingües, el 86,1%, no ofrece un formato paralelo de enseñanza en español, sino solo, un único formato de enseñanza en una sección de lengua extranjera; frente al 11,4% que presenta a mayores un formato tradicional de enseñanza en español.

Centros bilingües según el año de firma del convenio

En Castilla y León existen dos tipos de secciones bilingües en los colegios y otros centros privados sin convenio y enseñanza íntegra en inglés (tabla 1). Por un lado, están aquellos centros autorizados por la JCyL y que integran los proyectos bilingües en centros de enseñanzas escolares, regulados por la ORDEN EDU/6/2006, de 4 de enero, por la que se regula la creación de secciones bilingües en centros sostenidos con fondos públicos de la Comunidad de Castilla y León. En estos centros se imparte el modelo AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras), modelo que consiste en enseñarles al total de los alumnos un pequeño número de asignaturas por curso en una lengua distinta a la materna (Benavent-Sancho, 2014).

Por otro lado, estarían aquellos centros que firmaron a través del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) un convenio con el British Council para realizar proyectos curriculares integrados España- Reino Unido; o aquellos que firmaron con el Ministerio Francés de *l'Éducation Nationale* un convenio equivalente.

En el primer caso de las secciones bilingües, la fecha de creación fue en 2006 y poco a poco, a lo largo de los años, se han ido creando las distintas secciones bilingües, de modo que no todos los centros muestran el mismo número de años de experiencia en relación con esta situación. Para que un colegio obtenga una sección bilingüe debe firmar un convenio con la JCyL que le permita impartir materias no lingüísticas en otro idioma, siendo estas materias un mínimo de dos además de la asignatura de lengua extranjera y no pudiendo sobrepasar las horas impartidas en otro idioma del 50 % de las horas lectivas.

En cuanto a la firma de los convenios con Ministerios de otros países, la fecha de creación fue anterior, comenzando su andadura en 1995-1996, incorporándose a esta opción muchos menos centros, al ser sus criterios más estrictos. Al igual que las secciones reguladas por la JCyL, además de la "lengua extranjera" se imparten como mínimo otras dos áreas no lingüísticas en la lengua de la enseñanza bilingüe, aunque en esta opción, se trata de impartir un plan de estudios integrados en el cual colaboren maestros con experiencia en el sistema educativo anglosajón o francés.

Tabla 1: Distribución de las distintas secciones bilingües. Fuente: JCyL

TIPOLOGÍA DE CENTRO BILINGÜE	PORCENTAJE
Centros autorizados por la JCyL	93,67%
Centros con convenio MEC-British Council	3,80%
Centros con convenio MEC-Ministerio Francés	1,27%
Centros privados sin convenio y enseñanza íntegra en inglés	1,27%

Es importante notar en qué momento se produce la mayor cantidad de adaptaciones o cambios a esta situación de bilingüismo por parte de los centros tanto públicos como concertados y privados. Es pertinente de cara a clasificar los colegios pues los años de experiencia es una variable relevante.

En el siguiente gráfico (Figura 1) podemos observar que, aunque las primeras firmas de convenios empiezan en el año 1995 (con la firma del convenio entre el MEC y el British Council), no es hasta 2005 cuando aumenta significativamente el número de colegios con sección bilingüe al comenzarse a firmar el convenio con la JCyL.

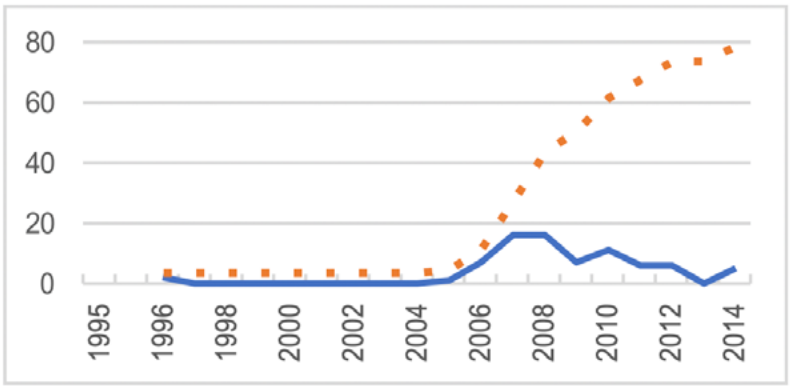


Figura 1: Número de colegios que firman el convenio con la JCyL a partir del año 1995 (azul) y evolución del número de colegios con convenio firmado (naranja). Fuente: elaboración propia

Podemos destacar que cuatro son los colegios con una experiencia cercana a 25 años en la enseñanza bilingüe a los que podríamos sumar un quinto colegio con una experiencia de 15 años. Contrasta con el número de colegios que presentan una experiencia de unos 10 años con la sección bilingüe al ser únicamente 62 colegios. Ante estos datos, se nos plantea la posibilidad de realizar un estudio cualitativo teniendo en cuenta estos cuatro colegios, cuestión que valoraremos en un trabajo futuro.

Centros bilingües y no bilingües en función del tipo de titularidad

En la provincia de Valladolid existen colegios públicos, concertados y privados en desigual proporción. La titularidad pública es la opción más desarrollada en la provincia de Valladolid con un 70,51 %, un 27,56 % son concertados y solo un 1,92 son privados (en concreto tres colegios).

En la figura 2 podemos apreciar cómo los colegios que inician esta andadura son colegios privados (empiezan 2) para

continuar al año siguiente con colegios de titularidad pública (también son 2). Hasta 2005 no volvemos a tener otro colegio con sección bilingüe de titularidad pública. A partir del año 2007 el número de colegios concertados con sección bilingüe superan a los de titularidad pública y esto se mantiene hasta el año 2004 aunque las distancias entre ambos se acortan.

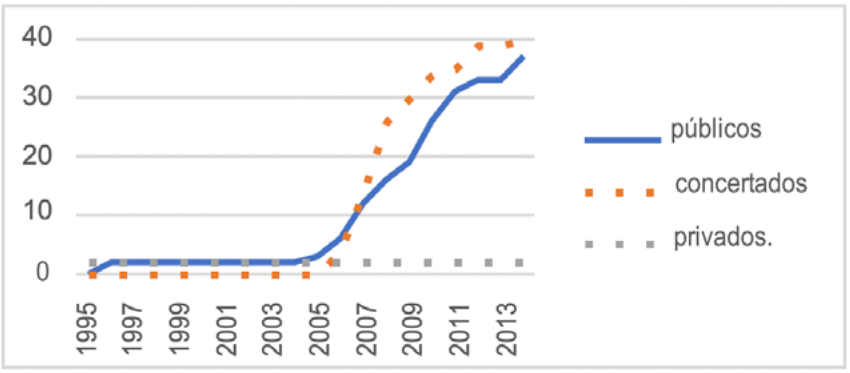


Figura 2: Número de colegios de la provincia de Valladolid que firman el convenio con la JCyL a partir del año 1995 de titularidad pública, concertada y privada. Fuente: elaboración propia

Centros bilingües y no bilingües en función del número de habitantes de las poblaciones

No todos los centros de EP se sitúan en grandes núcleos urbanos. Las zonas geográficas suelen marcar tendencias a la hora de encontrarnos con un estilo educativo, por ello consideramos importante atender a este apartado de cara a si puede influir o no en el desarrollo bilingüe.

Según la figura 3, aproximadamente la mitad de los centros de Enseñanza Primaria de la provincia se sitúan en la ciudad de Valladolid. La otra mitad (algo más, un 52,60%) se sitúan en zonas geográficas con diferente número de habitantes, siendo muy destacable el 20,78% de colegios de EP que se ubican en zonas con menos de 2000 habitantes, zonas definidas como rurales (MEC,2018).

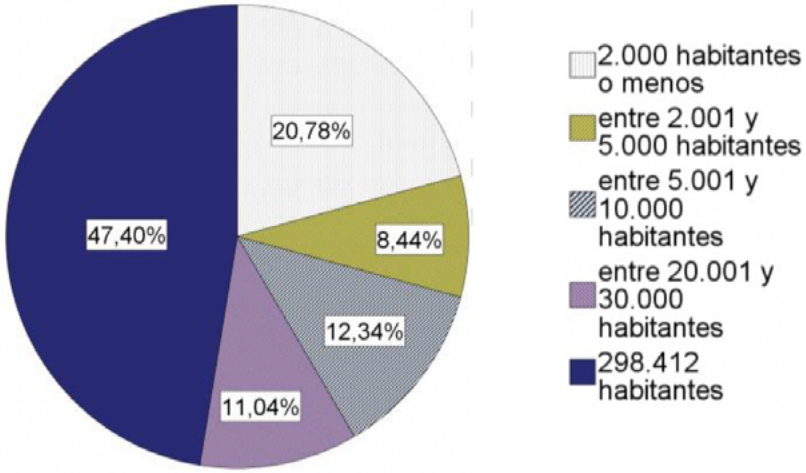


Figura 3: Distribución de centros de EP de la provincia de Valladolid en relación con la variable número de habitantes de las poblaciones. Fuente: Elaboración propia

Los centros en función de la titularidad se distribuyen de modo que en todos los rangos de población es en todo momento mayor el número de colegios públicos, siendo la distancia entre el número de centros públicos y el de concertados mayor en zonas con menor población.

En la figura 4, podemos ver cómo el número de colegios bilingües en poblaciones inferiores a 20000 habitantes se equipara para titularidades de público y concertado, mientras que para poblaciones entre 20000 y 30000 el número de colegios bilingües públicos es mayor que el número de colegios bilingües concertados para finalmente cambiar esta situación en la ciudad de Valladolid.

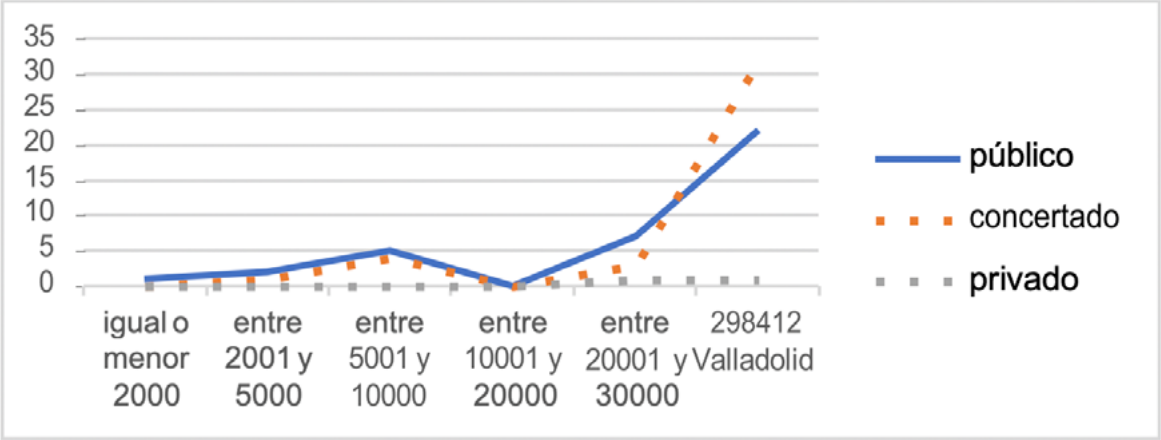


Figura 4: Distribución de centros de EP bilingües de la provincia de ¿? en relación con la variable número de habitantes de las poblaciones y en función de la titularidad de los centros. Fuente: Elaboración propia

Por tanto, esto implica que cuando se restringe la distribución de centros a poblaciones de 20000 o más habitantes (lo cual incluiría a la ciudad de Valladolid), los centros bilingües son mayoritariamente concertados (53,0 %), siendo los públicos una población menor (43,9%).

Tipología de las materias impartidas en los centros bilingües

Casi un 60 % de los colegios bilingües imparten el mínimo que permite la normativa de dos asignaturas en áreas no lingüísticas, frente a un 10 % que imparten cuatro o cinco asignaturas. En este caso no se imparten todas a la vez en el mismo curso, sino en cursos alternos a lo largo de la etapa de EP (tabla 2).

Tabla 2: Distribución del número de asignaturas impartidas en el idioma del bilingüismo en centros de EP bilingües de la provincia de Valladolid. Fuente: Elaboración propia

Nº ASIGNATURAS IMPARTIDAS EN LA LENGUA VEHICULAR DEL BILINGÜISMO	% DE COLEGIOS BILINGÜES QUE LAS IMPARTEN
1	1,30
2	59,74
3	28,57

4	7,79
5	2,60

Por asignaturas hay que señalar que la mayoría de centros (75%) imparten las CN en otro idioma junto con asignaturas no troncales, siendo la opción mayoritaria (30,4 %) la impartición de CN y Plástica, seguidas de la opción CN, Sociales y Plástica (13,9 %) o la de Plástica y Educación Física (11,4 %). Únicamente en los centros con convenio con el British Council y en los dos que son internacionales, se imparten materias como las matemáticas y la literatura en un idioma diferente al español.

Sin embargo, la enseñanza bilingüe no se distribuye a lo largo de los seis cursos de EP de la misma manera en los centros públicos o concertados. Esa aplicación (figura 5) es sumamente desigual, ya que en los centros públicos más del 70 % imparten las CN en el idioma de la enseñanza bilingüe los seis años de EP, mientras que, en los centros concertados, solo un 39 % las imparten esos seis años.

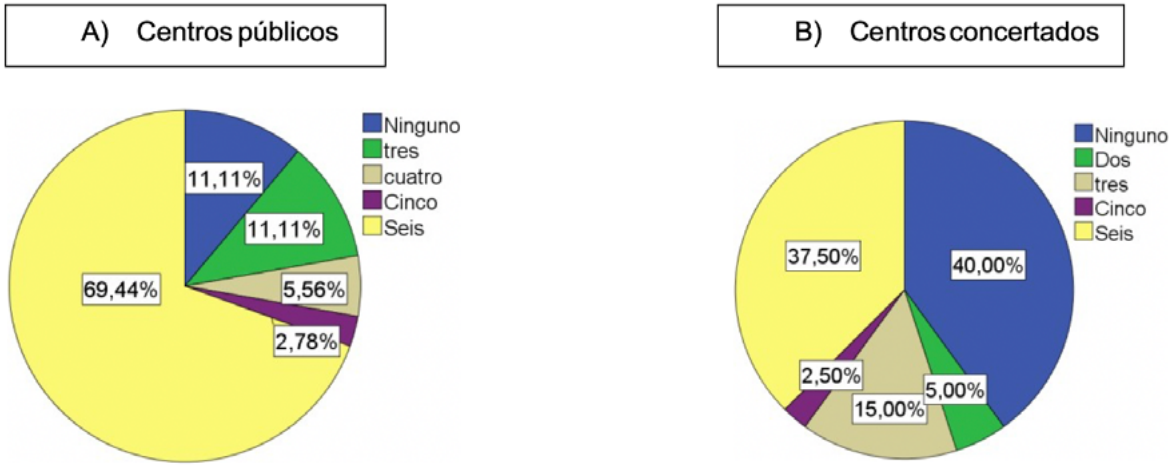


Figura 5: A) Distribución de centros públicos de EP bilingüe de la provincia de Valladolid en relación con la variable número de cursos en los que se imparten las CN en el idioma del bilingüismo. B) Distribución de centros concertados de EP bilingüe de la provincia de Valladolid en relación con la variable número de cursos en los que se imparten las CN en el idioma del bilingüismo. Fuente: Elaboración propia

El tipo de profesorado y la metodología de enseñanza son otras dos variables que consideramos influyentes. Los datos muestran para la primera que un 6,45% de los colegios imparten clases con personas nativas. El resto (93,55 %) son colegios con profesionales de las CN acreditados para la enseñanza del idioma con un nivel B2.

En relación a la metodología usada, la mayor parte de los centros, un 77,42 % se apoyan en los libros, sin preparar material específico, un 20,97 % se apoyan en libros añadiendo a estos o bien material propio o trabajo por proyectos y únicamente un 1,61 % se apoyan exclusivamente en material propio o el trabajo por proyectos.

Tipologías de centros educativos de EP en función de las distintas variables señaladas

Para estudiar los grupos que se generan debido a las variables contempladas en apartados anteriores (número de colegios en los que se da esta enseñanza, lengua utilizada, tipo de profesorado, asignaturas impartidas, ubicación, titularidad...), hemos realizado un análisis de conglomerados. El resultado de cuántos y cuáles existen dependerá de diversos factores y muchas veces la elección es subjetiva. Tras realizar el análisis varias veces utilizando diferentes medidas (distancia euclídea y esta distancia al cuadrado) y varios métodos de agrupación (Ward, vínculo entre grupos, vínculo dentro de grupos y vecino más lejano), llegamos a la conclusión de que 3 deberían ser los clusters elegidos. Si bien en algún caso encontramos más propicia la selección de dos clusters, es valorable la posibilidad de decantarnos por 3, pues la formación de clusters con distintos métodos repite en cuanto a elementos que los integran, concretamente el perfil de 3 clusters (figura 6).

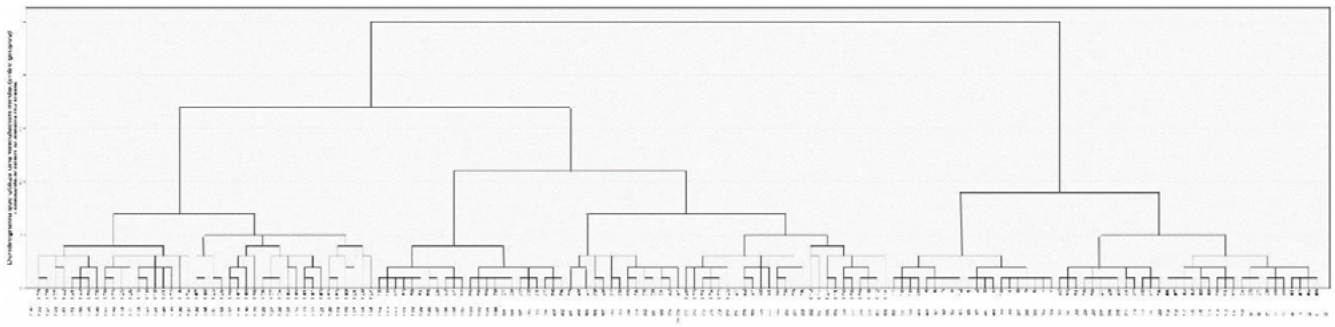


Figura 6. Dendograma utilizando un método de agrupación vínculo entre grupos y una medida distancia euclídea. Fuente: elaboración propia

La tabla 3, muestra el resultado de los tres grupos determinados que implica la exclusión de 23 centros para afianzar la semejanza entre casos de cada cluster y la diferencia entre ellos. De este modo en el cluster 1, quedarían exclusivamente los colegios no bilingües, que son públicos, que en un 70 % se encuentran en poblaciones de menos de 10000 habitantes y en los cuales se enseñan las CN en español.

En el cluster 3, se encontrarían exclusivamente colegios bilingües, que son en un 78 % concertados, casi en su totalidad se encuentran en la ciudad de Valladolid y en los que en 2/3 de ellos se imparten las CN en inglés.

Por último, en el cluster 2, tendríamos centros bilingües y no bilingües, que son en un 93 % públicos, se encuentran en poblaciones de diverso tamaño; resaltando entre aquellos que son bilingües que en un 90 % de ellos se imparten las CN en inglés.

Tabla 3. Clusters de los colegios bilingües y no bilingües de la provincia de Valladolid

CLUSTERS	COLEGIOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Cluster 1	1 – 47	47	35,3%
Cluster 2	60 – 105	45	33,8%
Cluster 3	115 – 156	41	30,8%

CONCLUSIONES

El estudio permite conocer cómo se encuentra implantado, y de qué manera, el bilingüismo en la EP en la provincia de Valladolid posibilitando que se pueda diseñar una investigación para identificar las dificultades y obstáculos que hayan podido surgir en el proceso, caso de que los haya. Los resultados indican que el bilingüismo está implantado por igual, casi a partes iguales con respecto a colegios no bilingües, en la provincia de Valladolid ya de manera generalizada desde el año 2007. Parece que hay más colegios no bilingües que bilingües en los centros públicos mientras que en los concertados la situación es la contraria. Algo que llama la atención es que el segundo conjunto de colegios con modalidad bilingüe respecto al número de habitantes de las localidades (la primera localidad es Valladolid con más de 298000 habitantes) es el comprendido por las localidades con menos de 2000 habitantes. La mayor parte de los colegios bilingües imparten dos o tres asignaturas en el idioma del bilingüismo, siendo generalmente una de ellas las Ciencias de la Naturaleza. En los colegios públicos se ha impartido el bilingüismo durante más años que en los centros concertados. El análisis de conglomerados proporciona resultados en los cuales se diferencian tres grupos: uno de colegios no bilingües (cluster 1), otro de colegios bilingües (cluster 3) y un tercero mezcla de ambos. Con toda la información se está en disposición de diseñar la estrategia de selección de colegios para continuar la investigación. De esta manera, se seleccionarán colegios no bilingües de los clusters 1 y 2 como grupos control y colegios bilingües de los clusters 2 y 3 como grupo experimental, realizando así un muestreo equitativo y sin sesgos en ninguna de las variables.

REFERENCIAS

Alcaraz Varó, E. (2000). *El inglés profesional y académico*. Filología y lingüística. Madrid, España: Alianza Editorial.

Barranco, N. (2014). *La mediación oral en el contexto escolar con alumnado extranjero. Su impacto en el aula de Inglés en Educación Primaria* (Tesis Doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Recuperado de https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/4967/1/TESIS538-140610.pdf

Benavent-Sancho, M. (2014). *Educación bilingüe ¿Realidad o utopía?* (TFG). Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Recuperado de https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2232/Benavent- Sancho.pdf?sequence=1

Cancela, R. Cea, N. Galindo, G. y Valilla, S. (2010) Metodología de la Investigación Educativa: Investigación ex post facto. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de http://www.uam.es/personal_pdi/jmurillo/InvestigaciónEE/Presentaciones/Curso_10/EX-POST-FACTO_Trabajo.pdf

IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Martín, Q., Cabero, M. y de Paz, Y. (2007). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS*. Madrid: Thomson.

P.31 Concepciones de estudiantes de Educación Secundaria, Bachillerato y docentes de ciencias en formación inicial sobre la investigación científica: un análisis comparativo

Soraya Hamed y Ana Rivero

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. sha@us.es

RESUMEN

A pesar de que la ciencia y los procesos que la generan se consideran aspectos esenciales de la educación científica, la literatura señala que tanto el profesorado como el alumnado carecen de una comprensión profunda sobre este meta-conocimiento. Esta investigación pretende analizar y comparar las concepciones de 159 estudiantes de Educación Secundaria, 121 estudiantes de Bachillerato y 100 docentes de ciencias en formación inicial para diseñar estrategias que permitan favorecer su mejora. Esta investigación es de tipo cualitativa, de naturaleza descriptiva e interpretativa. Se ha utilizado el cuestionario validado por Lederman et al. (2014) para analizar las ideas de los estudiantes mencionados sobre la investigación científica. En general, la mayoría de los estudiantes y docentes muestran un conocimiento ingenuo o mixto de los aspectos de la investigación científica.

Palabras clave: Investigación científica; formación inicial docente; educación secundaria; concepciones de los estudiantes

INTRODUCCIÓN

La ciencia y los procesos científicos que la generan (es decir, la investigación científica) se consideran aspectos esenciales de la educación científica (González, et al., 2019), no obstante, las investigaciones y diversos informes enfatizan que tanto los docentes como los estudiantes carecen de una comprensión sofisticada sobre dicho conocimiento (Benchmarks for Science Literacy, AAAS, 1993; Schwartz et al., 2002; Lederman y Lederman, 2004; A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas, National Research Council [NRC], 2011; Vázquez y Manassero, 2012a; 2012b; NGSS; Achieve, Inc., 2013; Lederman, Lederman, y Antink, 2013; Escrivà-Colomar y Rivero, 2016; Lederman et al., 2019).

El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre que regula el currículo básico de Educación Secundaria y Bachillerato enfatizan la importancia de aplicar las habilidades necesarias para la investigación científica, plantear preguntas, identificar problemas, recopilar datos, diseñar estrategias de resolución de problemas utilizando modelos y leyes, revisar el proceso y obtener soluciones (p.268). Por otro lado, el Decreto 97/2015 del 3 de marzo para el área de Ciencias Naturales de Educación Primaria plantea como objetivos que los docentes desarrollen estrategias para fomentar el pensamiento crítico y la participación de los estudiantes con la realización de procesos propios de una investigación (p.62). Sin embargo, en el aula quedan pocos espacios para la exploración de fenómenos y para la investigación, ya que realiza una enseñanza objetiva y reproductiva de conceptos (Solbes, Monserrat y Furió, 2007; Sánchez Cumplido y Viejo Montesinos, 2012).

Además, no hay evidencias de que los estudiantes logran una comprensión y práctica adecuadas de la investigación científica. El objetivo del estudio ha sido analizar y comparar los conocimientos previos de los docentes y los estudiantes de Educación Secundaria y Superior sobre la investigación científica, ya que nos permite diseñar estrategias formativas ajustadas a las características de las mismas.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron tres escuelas públicas de Educación Secundaria y Bachillerato de Sevilla y Granada y la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. La muestra participante se seleccionó teniendo en cuenta su nivel socioeconómico (alto, medio y bajo) y su representatividad de la población (estudiantes de zonas rurales, urbanas y marginales). Hemos contactado a colegas que trabajan en centros que presentan estas características solicitando su ayuda de forma voluntaria. La primera escuela está ubicada en un barrio al lado de Sevilla. La segunda escuela de Sevilla está ubicada en el Distrito Este de la ciudad. Finalmente, la tercera escuela de Granada está situada en una zona rural a medio camino entre la capital y la costa de Granada. Por lo tanto, llevamos a cabo una muestra útil que nos permite proporcionar información rica y relevante sobre los estudiantes.

La muestra consta de 159 estudiantes de 1º de la E.S.O (en adelante, ES)., 121 estudiantes de Bachillerato (en adelante, EB) y 100 docentes de ciencias en formación inicial (en adelante, DFI). La mayoría eran españoles con, además, estudiantes pertenecientes a grupos étnicos minoritarios de gitanos y musulmanes. Se representaron estudiantes femeninos y masculinos en proporciones similares en este estudio.

Para el análisis, se ha considerado como marco de referencia los tópicos sugeridos por las reformas actuales e investigaciones (NRC, 2000; Lederman et al., 2014; Schwartz, Lederman y Lederman, 2008). Los tópicos son los siguientes: “todas las investigaciones comienzan con una pregunta/problema y no necesariamente con una hipótesis”; “no hay un único método o secuencia de pasos en todas las investigaciones”; “los procedimientos de la investigación son guiados por un problema”; “los mismos procedimientos no pueden conseguir los mismos resultados”; “los procedimientos de investigación pueden influir en los resultados”; “Las conclusiones deben ser coherentes con los datos”; “dato no es lo mismo que evidencia”; “las explicaciones se desarrollan desde la interacción entre los datos recolectados y lo que se sabe”. Dichos tópicos se incluyen en el cuestionario que

ha sido validado internacionalmente (Lederman et al., 2014) y derivado del cuestionario Views of Scientific Inquiry [VOSI] questionnaire (Schwartz, Lederman y Lederman, 2008).

También el instrumento fue sometido a un proceso de validación por tres investigadores españoles del equipo para adaptarlo al contexto español. Todos tenían competencia en lectura y escritura en inglés. Evaluaron y compararon las versiones traducidas hasta consensuar una versión inicial. Ésta se tradujo nuevamente (re-tro-traducción) para verificar si la nueva versión mantenía los mismos significados que la versión original.

Una vez validado, el cuestionario se administró en su versión en papel y lápiz. La mayoría de los estudiantes no tuvieron dificultades para responder el cuestionario. Todos los estudiantes no tuvieron dificultades para leer, comprender y responder las preguntas de VASI durante un período de 60 minutos. Después de eso, dos investigadores participaron durante el proceso de codificación. Cada investigador analizó cada respuesta en cada cuestionario de forma independiente y calificó cada respuesta como ingenua (N), mixta (M) e informada (I). Las respuestas en blanco se codificaron con el código sin información (SI).

La confiabilidad esperada para el estudio fue del 80% del acuerdo de codificación entre evaluadores para cada aspecto, porque estábamos midiendo los resultados cognitivos y también según la convención internacional típica. Después de discutir las diferencias, los valores alcanzan una confiabilidad general del 90%.

Finalmente, como parte del protocolo de investigación, se entrevistó al 20% de los estudiantes para obtener más información relacionada con los tópicos. Sin embargo, no se observaron cambios significativos con respecto a la información aportada en el cuestionario.

RESULTADOS

En general, la mayoría de los estudiantes y docentes muestran un conocimiento ingenuo o mixto de los aspectos de la investigación científica.

Con respecto a **Comenzar con una pregunta**. La mayoría de los estudiantes (65.4% (ES) y 50.4% (EB)) muestran una visión ingenua sobre la importancia de las preguntas para comenzar una investigación científica y solo el 12.6% y el 17,4%, respectivamente de los estudiantes muestran una visión informada sobre este aspecto. Algunos estudiantes mencionaron que las preguntas no son importantes porque la investigación científica puede comenzar con la observación de un fenómeno, problema, experimentación o incluso pruebas. 17.6% (ES) y 25.6% (EB) tienen una visión mixta sobre este aspecto y 4.4% (ES) y 6.6% (EB) de los estudiantes no respondieron la pregunta. Por otro lado, el 30% de los docentes de ciencias (DFI) no mencionan que las preguntas son un aspecto importante para comenzar una investigación (vista ingenua), el 14% expresó una respuesta mixta sobre este tema y el 54% tiene una opinión informada por este aspecto.

No hay un único método: en torno al 84% de los estudiantes (83.6% de ES y 84,3% de EB) piensa que solo hay un método científico y solo el 14 y el 15.7%, respectivamente expresó una respuesta mixta al respecto. Ningún estudiante de ES expresa que el científico puede usar más de un método para hacer ciencia y el 1,7% en EB. Parece que los estudiantes tienen una visión reduccionista sobre el método científico. De la misma manera, la mayoría de los docentes (70%) tienen una visión ingenua sobre este tema, no explican la existencia de más de un método para hacer ciencia. El 18% tiene una respuesta mixta y solo el 12% tiene una visión informada.

Procedimiento guiado por la pregunta: pese a que gran parte de la muestra participante presentan visiones ingenuas sobre este aspecto (54.1% ES y 61.2% EB), destacamos un grupo de estudiantes de secundaria que tienen una visión más informada sobre la idea de que los procedimientos son orientados por preguntas (el 32.1% ES y 9.9 % EB). El 2% ES y el 8.8% EB muestran ideas mixtas. Solo el 5% no respondió esta pregunta. El 54% de los docentes (DFI) tienen una respuesta informada sobre este aspecto, el 32% tiene una idea ingenua y solo el 14% expresa una respuesta mixta.

Mismo procedimiento, diferente resultado: sólo el 16.4% ES y 16,5% EB de los estudiantes piensan que aunque se utilicen los mismos procedimientos científicos, los investigadores pueden llegar a interpretar las conclusiones de manera diferente y obtener resultados diferentes debido a la subjetividad y el conocimiento previo.

Por otro lado, el 68.6% ES y el 52,1% EB piensan que cuando los científicos hacen lo mismo, tienen que obtener los mismos resultados. El 11.3% ES y el 27% EB tiene una visión mixta para este aspecto. Por otro lado, el 74% de los docentes tienen una visión informada sobre este aspecto, el 14% una respuesta ingenua y el 12% una respuesta mixta.

Conclusiones consistentes con los datos: el 37.7% ES y 16,5% EB presentan una respuesta informada a esta pregunta. Sin embargo, más del 47.8% y 66,9%, respectivamente aún muestra una respuesta ingenua. Además, el 10.7% y 13,2% muestra una respuesta mixta. Del mismo modo, el 50% de los docentes muestran una visión informada, el 38% una visión ingenua, el 10% una respuesta mixta. Solo el 2% no respondió.

Los datos difieren de la evidencia: en torno al 77% de los estudiantes (ES y EB) aportan definiciones ingenuas sobre ambos conceptos y, en ocasiones, se consideran sinónimos pero no explicitan con claridad la diferencia entre ambos. El 17% ES y 11,6%EB tienen problemas para definir uno u otro término. Solo un estudiante (0.6% ES) explica correctamente la la definición y diferencia entre ellos. Asimismo, el 78% de los docentes muestran una visión mixta, el 12% una respuesta ingenua. Solo el 4% tiene una vista informada.

Explicaciones desarrolladas a partir de los datos y el conocimiento existente: Sólo uno de los estudiantes pudo proporcionar una respuesta informada para esta pregunta (0,8% EB). Nuevamente, más de la mitad de los estudiantes muestran una respuesta ingenua para este aspecto (el 74.6% ES y el 82.6%) y menos de la mitad ideas mixtas (23,3% ES y 11,6% EB). El 54% de los docentes tienen una opinión mixta y el 42% tiene una respuesta ingenua sobre este aspecto. El 4% no respondieron ni se obtuvieron respuestas informadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, más del 50% de los estudiantes de secundaria y bachillerato muestran respuestas ingenuas para todos los aspectos de la investigación científica. En el caso de los docentes se distribuye entre ingenuas, mixtas e informadas. El análisis de los aspectos revela para los tres niveles educativos la idea de que existe un único método para hacer ciencia (Lederman, Lederman y Antik, 2013), la dificultad para diferenciar entre datos y evidencias y dar explicaciones y conclusiones a partir de los datos y el conocimiento pre-existente. Además, no explicitan la relevancia de comenzar y orientar una investigación con preguntas o problemas, ni la subjetividad presente en la interpretación de los resultados, independientemente de los mismos procedimientos utilizados.

Parece ser que, tanto los estudiantes como los docentes carecen de una comprensión sofisticada sobre la investigación científica tal y como se evidencia en otros estudios (Adisendjaja, Rustaman, Redjeki, y Satori,2017; Eliyahu, Assaraf y Lederman, 2020; Lederman y Lederman, 2019; Lederman et al., 2019). Los resultados obtenidos proporcionan evidencia a los educadores de dichas etapas para que reflexionen sobre la necesidad de enseñar explícitamente los aspectos analizados (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000b) y sobre las estrategias que permitan facilitar su comprensión (Lederman y Lederman, 2019; Vázquez y Manassero, 2012a; 2012b; Vázquez–Alonso, Manassero, Bennàssar-Roig, y Ortiz-Bonnin, 2013).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-El-Khalick, F., y Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. Journal of Research in Science Teaching, 37(10), 1057-1095.DOI: https://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C

Adisendjaja, Y. H., Rustaman, N. Y., Redjeki, S., & Satori, D. (2017). Science teachers' understanding of scientific inquiry in teacher professional development. Journal of Physics: Conference Series, 812, 1-8.DOI: https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012054.

American Association for the Advancement of Science -AAA-(1993). Benchmarks for science literacy. New York, NY: Oxford University Press.

Boletín Oficial de la Junta de Andalucía(2015). Real Decreto Decreto 97/2015, de 3 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA nº 50, pp.11-22). Sevilla: Conserjería de Educación de la Junta de Andalucía.

Boletín Oficial del Estado (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE nº 3, pp.169- 546). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Eliyahu, E.B., Assaraf, O.B.Z. & Lederman, J.S. Do Not Just Do Science Inquiry, Understand It! The Views of Scientific Inquiry of Israeli Middle School Students Enrolled in a Scientific Reserve Course. *Res Sci Educ* (2020).DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-020-09925-x

Escrivà-Colomar, I., y Rivero, A. (2016). Progresión de las ideas de los docentes sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 14(1), pp. 199-214.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., y Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry- The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. Journal of Research in Science Teaching, 51(1), 65-83.DOI: https://doi.org/10.1002/tea.21125

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S.,...& Buntting, C. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486– 515. https://doi.org/10.1002/tea.21512

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Project ICAN: A professional Development project to promote teachers' and students' knowledge of Nature of Science and scientific enquiry. In Proceedings of the 11th Annual SAARMSTE Conference. Cape Town, South Africa. Lee, K., & Sriaman, B. (2013). An Eastern learning paradox: Paradoxes in two Korean mathematics teachers' pedagogy of silence in the classroom. Interchange, 43(2), 147–166

Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1(3), 138-147

National Research Council [NRC]. (2000). Inquiry and the national science education standards. Washington, D.C.: National Academy Press

National Research Council [NRC]. (2011). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, D.C.: National Academy Press.

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: National Academies Press

Norman G. Lederman & Judith S. Lederman (2019) Teaching and Learningof Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Capacity through Systematic Research-Based Professional Development, Journal of Science Teacher Education, 30:7, 737-762.DOI: https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1625572

Sánchez Cumplido, Consuelo; Viejo Montesinos, José Luis (2012). Investigando antes de la Universidad: La investigación en los niveles educativos preuniversitarios. Encuentros Multidisciplinares, 42, 1-10.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., Khishfe, R., Lederman, J. S., Matthews, L., y Liu, S. (2002). Explicit/reflective instructional attention to Nature of Science and scientific Inquiry: Impact on student Learning Paper Presented at the Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the

Education of Teachers in Science, Charlotte, NC.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., y Lederman, J. S. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire. Paper Presented at the International Conference of the National Association for Research in Science Teaching, Baltimore, MD.

Solbes, J, Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 21, 91-117.

Vázquez–Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., Bennàssar-Roig, A., y Ortiz-Bonnin, S. (2013). Proyecto EANCYT: Enseñar, aprender y evaluar sobre naturaleza de la ciencia y tecnología. P. Membiela, N. Casado y M. I. Cebreiros (eds.). Retos y perspectivas en la enseñanza de las ciencias (pp. 283-289). Ourense: Educación Editora.

Vázquez–Alonso, Á., y Manassero–Mas, M. A. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9(1), 2-33.

Vázquez–Alonso, Á.; Manassero–Mas, M. A. (2012b). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9(1), 34-55.

P.32 Errores conceptuales sobre conceptos de Química en futuros profesores de España e Italia

Mario Branca[1], José Luis Bravo Galán[2], José María Marcos Merino[2] y Mª Rocío Esteban Gallego[2]

1. Palestre delle Scienze, Sassari
2. Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz. Email: rocioesteban@unex.es

RESUMEN

La presencia de concepciones alternativas en los alumnos de carreras científicas o en los futuros maestros es un asunto clave a abordar en su formación, puesto que pueden ser profesores de diferentes niveles y los docentes constituyen uno de los principales orígenes de estas ideas erróneas. En esta contribución se analiza el grado de presencia de errores conceptuales sobre varios conceptos químicos (reacciones químicas, cambios de estado, conservación de la masa…) en una muestra de 123 estudiantes universitarios españoles e italianos. Para ello se emplea un cuestionario previamente validado e implementado con alumnos estadounidenses. En todos los países, los resultados muestran la persistencia de concepciones alternativas de Química, lo cual podría tener implicaciones negativas en su futuro desempeño profesional.

Palabras clave: Concepciones alternativas; Química; Profesorado en formación; Formación inicial.

INTRODUCCIÓN

El alumnado de los distintos niveles educativos posee un conocimiento previo fruto de su experiencia personal y social. En ocasiones, este conocimiento es erróneo, mostrando ideas o concepciones alternativas. La investigación en Didáctica de las Ciencias comenzó a estudiar las concepciones alternativas de los alumnos motivada, en gran parte, por la recomendación de Ausubel *et al.* (1978), quienes defendieron la importancia de detectar los conocimientos previos de los alumnos como punto de partida de los procesos de aprendizaje. Desde entonces se han realizado numerosas investigaciones sobre las concepciones alternativas de los alumnos ante numerosos conceptos científicos, así como sus causas y principales características (Carrascosa, 2005). Las principales conclusiones de estos estudios señalan que las concepciones alternativas: i) están asociadas a una determinada interpretación, diferente a la aceptada por la comunidad científica, de un concepto científico determinado; ii) no suelen ser ideas aisladas sino que están relacionadas, presentando una coherencia interna que las refuerza; iii) son comunes a estudiantes de diferentes edades y niveles educativos, género, cultura, país o nivel socio-cultural; iv) son muy resistentes al cambio y no se modifican fácilmente con estrategias de enseñanza convencionales; y v) tienen su origen en la experiencia personal y social de los alumnos (incluyendo la influencia del lenguaje, los medios de comunicación, las redes sociales y la escuela).

En cuanto a las concepciones alternativas generadas en la escuela, se ha establecido que muchas de ellas tienen su origen en una enseñanza inadecuada, influida por las concepciones alternativas de los docentes (Kikas, 2004) y/o por las presentes en los libros de texto y otros materiales educativos utilizados (Carrascosa, 2005; Kajander y Lovric, 2009). Por tanto, los errores conceptuales pueden surgir en la enseñanza reglada, sobre todo los referentes a conceptos científicos complejos, en los que los docentes de Educación Primaria tienen formación superficial (Barke *et al*., 2009).

Las concepciones alternativas que se adquieren durante la etapa de Educación Primaria, en la que se inicia la enseñanza de muchos conceptos científicos, son muy difíciles de eliminar, ya que crean una huella de conocimiento incorrecto que es utilizado durante el resto de la vida. Estas concepciones erróneas persisten en la edad adulta, presentándose en los estudiantes universitarios e incluso en los graduados (incluyendo a los maestros en formación) (Marcos-Merino y Esteban, 2018). La existencia de concepciones alternativas, así como su permanencia en la red de conocimientos de estos estudiantes, debe ser un elemento importante en la a tratar en la formación de profesores de todos los niveles; así como una relevante línea de investigación en Didáctica de las Ciencias. En esta contribución se analiza el grado de presencia, en alumnos universitarios italianos y españoles, de una serie de concepciones alternativas del área de Química; disciplina en la que se han descrito numerosas ideas alternativas referentes a conceptos como los estados de agregación de la materia y sus cambios, las reacciones químicas, la energía, el calor y la temperatura (Jasien y Oberem, 2002; Mulford y Robinson, 2002). Para conocer las concepciones alternativas sobre estos conceptos químicos en muestras de futuros docentes de Italia y España, en la presente comunicación se emplea un cuestionario de conceptos básicos de Química general (Mulford y Robinson, 2002).

METODOLOGÍA

Muestras

La muestra utilizada es incidental y está formada por 123 alumnos universitarios, de los cuales:

- 61 participantes son alumnos del tercer curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Extremadura (UEx) (España). Estos estudiantes han recibido formación previa en Química dentro de la formación inicial de maestros (en segundo curso de dicho grado han cursado la asignatura de "Didáctica de la materia y la energía"). En adelante nombrados como alumnos UEx.

- 62 participantes son alumnos del primer curso de los Grados de Química y de Bioquímica de la Universidad de Sassari (UNISS) (Italia). Estos estudiantes no han recibido formación previa en Química dentro de la formación universitaria. En adelante nombrados como Alumnos UNISS.

Instrumento y análisis de datos

El instrumento utilizado es una traducción al italiano y al castellano del cuestionario diseñado por Mulford y Robinson (2002) sobre concepciones alternativas de Química. Este cuestionario consta de 22 preguntas de tipo test (con cinco opciones y una única respuesta correcta) acerca de conceptos básicos de Química general: reacciones químicas (7 preguntas), cambios de estado (5 preguntas), conservación de la masa (6 preguntas), naturaleza corpuscular de la materia (2 preguntas) y conceptos de calor y temperatura (2 preguntas). La resolución de las preguntas no requiere la aplicación de fórmulas ni de operaciones matemáticas, solo de una comprensión conceptual acerca de los distintos conceptos evaluados. La ventaja de utilizar un instrumento ya publicado es la capacidad de enriquecer la perspectiva educativa al comparar los resultados de estudiantes italianos y españoles con alumnos estadounidenses que todavía no han asistido a un curso de química.

Los alumnos fueron informados de los objetivos de la investigación y del carácter voluntario y anónimo de su participación. El tiempo medio empleado para cumplimentar dicho cuestionario osciló entre 20 y 30 minutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan solo los resultados del cuestionario que se consideran más interesantes. El análisis de los resultados se realiza agrupando las preguntas que interrogan sobre un mismo concepto.

1.- Cambios de estado

Barke (2004) publica que las ideas adquiridas en la infancia sobre los cambios de estado permanecen en el tiempo, de forma que cuando en la edad adulta tienen que explicar la evaporación en términos macroscópicos, se evidencia que no se posee la concepción de partículas del fenómeno. Estos resultados coinciden con lo observado en el presente estudio, en el cual solo el 24,6 y el 40 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, responden correctamente cuando se le pregunta por el contenido de las burbujas que aparecen en agua hirviendo (Fig. 1, preg. 2).

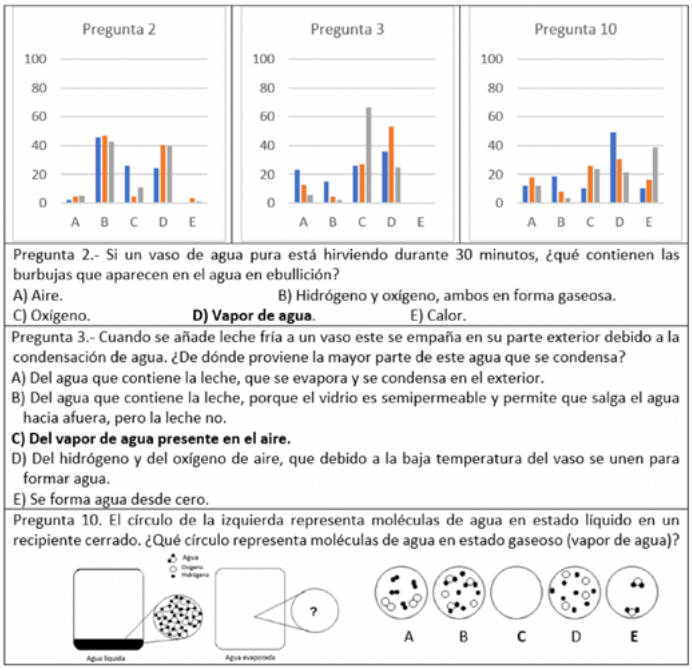


Figura 1: Porcentaje de acierto de las preguntas (2, 3 y 10) sobre los cambios de estado. Azul: Alumnos UEx. Naranja: Alumnos UNISS. Gris: resultados Mulford y Robinson (2002). Respuestas correctas en negrita.

El 45,6 y 47 %, respectivamente, piensa que se produce una descomposición del agua en sus componentes: oxígeno e hidrógeno. En el caso de los alumnos de EEUU (Mulford y Robison, 2002), también solo un 40 % responde correctamente esta pregunta. El hecho de aceptar que el contenido de las burbujas del agua hirviendo es agua en estado gaseoso, supone que consideran que el gas es una sustancia, adaptándose, por tanto, al modelo corpuscular de la materia.

En cuanto al fenómeno de condensación del vapor de agua en una superficie fría, al evaluar la comprensión del mismo a través de la interpretación de un hecho experimental (Fig. 1, preg. 3) se detecta que solo el 26,2 y el 27 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, lo comprenden. Un porcentaje más alto de estudiantes (36,1 y 53 %, respectivamente) piensa que el vapor de agua procede de la unión de hidrógeno y oxígeno del aire. Estos resultados indican que los estudiantes no han adquirido la diferencia entre una reacción química y un cambio de estado en su formación. Esta confusión se evidencia en un contexto en el que se requiere la interpretación de un hecho experimental, si bien es probable que no se detecte en un contexto en el que las preguntas se limitan a recordar definiciones. En principio, no se puede considerar que los alumnos de EEUU (Mulford y Robison, 2002) no diferencien ambos procesos, puesto que un 67 % contesta correctamente.

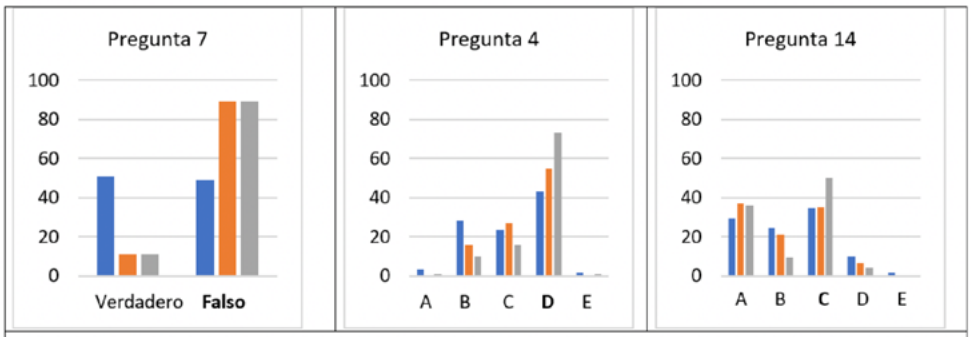
Los resultados de la pregunta 10 confirman la confusión entre reacción química y cambio de estado en los Alumnos UEx y UNISS, puesto que el porcentaje más alto de estudiantes (49,2 y 31 %, respectivamente) seleccionan el dibujo D (el vapor de agua como átomos separados de oxígeno e hidrógeno) como correcto. Esta pregunta solo es respondida correctamente por el 10,2 y el 16 % de los estudiantes españoles e italianos. En este caso, los resultados concuerdan con los de los alumnos de EEUU (Mulford y Robison, 2002), en los que solo un 39 % contesta correctamente a esta cuestión.

2.- Conservación de la masa

Otro error conceptual descrito en la bibliografía es que la masa no se conserva en procesos químicos. Así, se ha descrito que los alumnos piensan que el peso de una vela disminuye a medida que se libera energía a la atmósfera (Ching-Chou, 2002). Sin embargo, los Alumnos UNISS no presentan dicha concepción, puesto que más del 80 % contesta correctamente la pregunta 7 (Fig. 2), al igual que los estudiantes de EEUU (Mulford y Robison, 2002), justificando, ambas muestras, que los átomos no se destruyen, solo se reordenan. No se puede decir lo mismo de los Alumnos UEx, puesto que solo el 49 % contesta correctamente. El 50 % piensa que sí se destruye materia cuando se quema una vela, asociando así la reacción de combustión con la destrucción de materia.

No se observa lo mismo al analizar el mismo concepto respecto a la disolución de un sólido en un líquido (Fig. 2, preg. 4). El 43 y el 54 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, creen correctamente que si 1 gramo de sal se disuelve en 20 gramos de agua, el peso final será exactamente 21 gramos. El 55 y el 43 % restante creen que si una sustancia se disuelve pierde parte de su masa. El porcentaje de acierto aumenta hasta un 73 % en los estudiantes EEUU (Mulford y Robison, 2002).

En el caso de la conservación de la masa en una reacción de oxidación (Fig. 2, preg. 14), el grado de acierto de los participantes es aún menor. De este modo, el porcentaje de alumnos que contesta correctamente (responden que un alambre de hierro que se oxida aumenta de peso) es aproximadamente del 35 % en ambas muestras. Estos alumnos justifican su respuesta con el hecho de que el óxido contiene hierro y oxígeno. El 30 y el 37 % de los alumnos UEx y UNISS, respectivamente, piensa, erróneamente, que el peso final será inferior debido a que el óxido es menos compacto (26 y 24 %), o a que el alambre se destruye (7 y 18 %) o no son capaces de justificar su respuesta. El 25 y el 21 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, responden que el peso sigue siendo el mismo. Solo el 50 % de los estudiantes EEUU (Mulford y Robison, 2002) contestan correctamente a esta pregunta.



Pregunta 7. Cuando una cerilla arde, se destruye materia. ¿Verdadero o falso?
- Verdadero - **Falso**

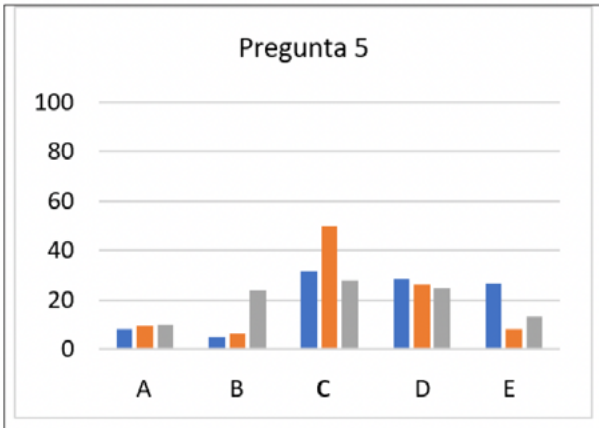
Pregunta 4.- Si se disuelve 1 gramo de sal en 20 gramos de agua, ¿cuál será la masa de la disolución resultante?
A) 19 gramos. B) 20 gramos. C) Entre 20 y 21 gramos.
D) 21 gramos exactamente. E) Más de 21 gramos

Pregunta 14. El hierro reacciona con el oxígeno y el agua del aire y se oxida. Si un cable de hierro se oxida completamente, la masa del óxido que se forma será:
A) Inferior a la masa del cable inicial. B) Idéntica a la masa del cable inicial.
C) Mayor que la masa del cable inicial. D) Es imposible de predecir.
E) El óxido no tiene masa.

Figura 2: Porcentajes de respuestas a las preguntas (7, 4 y 14) sobre conservación de la masa. Azul: Alumnos UEx. Naranja: Alumnos UNISS. Gris: resultados Mulford y Robinson (2002). Respuestas correctas en negrita.

3.- Energía contenida en un enlace

En relación a la liberación de energía en la formación de los enlaces químicos, solo el 32 y el 50 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, responden correctamente (Figura 3). La mayoría de los alumnos piensan que se libera energía en la rotura de los enlaces químicos (seleccionan las respuestas a, b y d). Los resultados de los estudiantes EEUU (Mulford y Robison, 2002) son similares a los de los estudiantes españoles. Si bien podría ser aceptable que esta concepción alternativa esté presente en estudiantes de primer año universitario (alumnos italianos), se convierte en un problema si permanece incluso después de la formación en Química del Grado en Educación Primaria (alumnos españoles). Presumiblemente estos alumnos creen que, incluso en una explosión o en los procesos metabólicos de transformación de ATP en ADP, es la ruptura del enlace la que proporciona energía (Galley, 2004).



Pregunta 5. La combustión del hidrógeno, producida según la ecuación $2H_2 + O_2 = 2H_2O$, genera calor. ¿Cuál de las siguientes respuestas explica por qué se libera calor?
A) La ruptura de los enlaces del hidrógeno libera energía.
B) La ruptura de los enlaces del oxígeno libera energía.
C) La formación de los enlaces entre el oxígeno y el hidrógeno libera energía.
D) Las opciones a y b son correctas.
E) Las opciones a, b y c son correctas.

Figura 3: Porcentajes de respuestas a la pregunta 5, sobre la energía contenida en un enlace. Azul: Alumnos UEx. Naranja: Alumnos UNISS. Gris: resultados Mulford y Robinson (2002). Respuesta correcta en negrita.

4.- Dimensiones y propiedades microscópicas

La dimensión microscópica de la materia es confusa en la muestra analizada, ya que solo el 37,3 y el 19 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, son capaces interpretarla correctamente con factores de escala (Fig. 4, preg. 9).

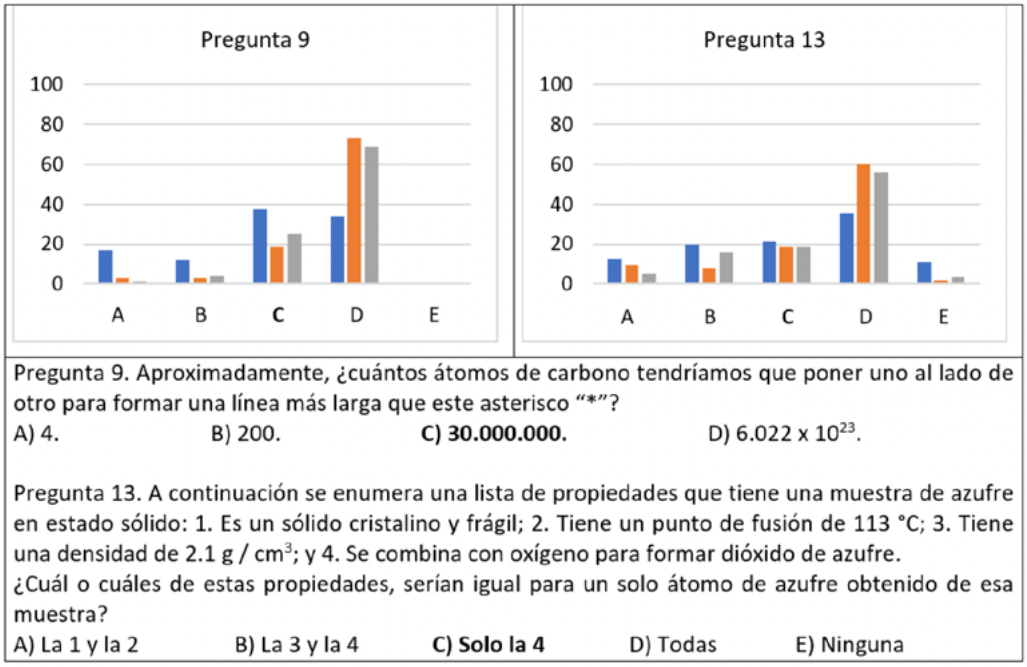


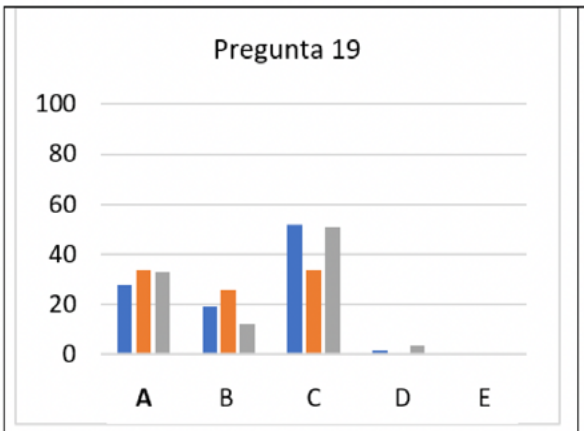
Figura 4: Porcentajes de respuestas a las preguntas (9 y 13) sobre las dimensiones y propiedades microscópicas. Azul: Alumnos UEx. Naranja: Alumnos UNISS. Gris: resultados Mulford y Robinson (2002). Respuesta correcta en negrita.

La mayoría de los encuestados italianos (73 %) y el 34 % de los alumnos españoles creen que para hacer una longitud de aproximadamente 1 mm son necesarios 6,02 x 10^{23} átomos, sin reflexionar sobre el hecho de que esto correspondería a un mol, por lo tanto, con ¡12 g de carbono! Esta respuesta probablemente se deba al hecho de que les suena el número de Avogadro (6.02 x 10^{23}). Los resultados de los estudiantes EEUU (Mulford y Robison, 2002) son similares a los alumnos UNISS.

En relación a las propiedades microscópicas (Fig. 4, preg. 15), aproximadamente, solo el 20 % de los estudiantes encuestados diferencia correctamente las propiedades características de un solo átomo de las de un conjunto de átomos. El porcentaje más alto de estudiantes (35, 7 y 60 % de los alumnos UEx y UNISS, respectivamente) piensa que todas las propiedades macroscópicas se mantienen a nivel microscópico. Estos resultados coinciden con lo observado por Mulford y Robinson (2002) para alumnos estadounidenses. Estos resultados indican la necesidad de abordar, en la enseñanza de la Química, la cuestión de cuántos átomos (o moléculas) son necesarios para poder medir en una sustancia el punto de fusión o la densidad.

5.- Calor y la temperatura

La confusión entre los conceptos de calor y temperatura, descrita en la bibliografía para estudiantes de diferentes niveles educativos (Jasien y Oberem, 2002), se detecta también en el presente estudio. Así, solo el 27,6 y el 34 % de los Alumnos UEx y UNISS, respectivamente, diferencian entre ambos conceptos (Fig. 5). El 51,1 y el 34 % de los estudiantes españoles e italianos, respectivamente, confunde calor con temperatura, pensando que cuando 100 gramos de agua y 100 gramos de alcohol varían la temperatura desde 25 °C a 50 °C reciben la misma cantidad de calor. Estos resultados que coinciden con los de Mulford y Robinson (2002).



Pregunta 19. 100 ml de agua a 25 °C y 100 ml de alcohol a 25 °C se calientan a la misma velocidad en condiciones idénticas. Después de 3 minutos, la temperatura del alcohol es de 50 °C. Dos minutos más tarde, la temperatura del agua también es de 50 °C. ¿Qué líquido ha recibido más calor hasta calentarse a 50 °C?

A) El agua.

B) El alcohol.

C) Los dos han recibido la misma cantidad de calor.

D) No es posible responder a esta pregunta con la información proporcionada.

Figura 5: Porcentajes de respuestas a la pregunta 19, sobre los conceptos de calor y temperatura. Azul: Alumnos UEx. Naranja: Alumnos UNISS. Gris: resultados Mulford y Robinson (2002). Respuesta correcta en negrita.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El cuestionario implementado ofrece la posibilidad de realizar una discusión sobre la red de conocimientos de los estudiantes universitarios (tanto sobre los adquiridos en la Educación Secundaria como los adquiridos en la formación universitaria) referentes a una serie de conceptos químicos básicos. Los resultados obtenidos reflejan que en las muestras de alumnos universitarios españoles e italianos existen una serie de creencias intuitivas sobre los fenómenos químicos que no son consistentes con las ideas aceptadas por la comunidad científica.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de estudios previos en los que se ha empleado la misma prueba implementándola con licenciados de disciplinas científicas y futuros profesores italianos (Branca, 2005). En conjunto, los resultados de este trabajo y de trabajos previos, muestran que las concepciones alternativas de Química pueden pasar indemnes a través, no sólo de la Educación Secundaria, sino también a través de los grados universitarios. Esta circunstancia es aún más grave en el caso de los futuros docentes, que deben impartir estos contenidos científicos en su futuro profesional. El hecho de que el 24 % de los futuros profesores de Sassari (Branca, 2005) y un 75,4 % de los futuros maestros de la UEx no sepan exactamente qué es lo que contienen las burbujas de agua hirviendo, plantea serias dudas de que puedan, en el ejercicio de su profesión, explicar correctamente cualquier cambio de estado de la materia. Los resultados más preocupantes se obtienen en los conceptos relativos al comportamiento microscópico de las sustancias, en lo relativo al tamaño del átomo, a la energía contenida en los enlaces y al hecho de confundir calor con temperatura. En segundo lugar es interesante la similitud de las respuestas entre la muestra analizada, alumnos españoles e italianos, y los estudiantes de EEUU (Mulford y Robinson, 2002). La mayor parte de las concepciones alternativas detectadas con la encuesta están presentes, con aproximadamente la misma frecuencia, en España, Italia y Estados Unidos. Esto podría indicar que estos errores conceptuales son independientes de la organización y la programación educativa. De este modo, en los tres países existen sistemas escolares diferentes, con diferentes planes de estudio, pero todos ellos ineficaces en eliminar las mismas concepciones alternativas. Estas, por lo tanto, pueden provenir de unas concepciones de Química ingenuas y presentes de forma natural en las personas. Sería de gran interés y utilidad para la enseñanza comprender si los errores conceptuales identificados están presentes en todo el mundo occidental (en concreto en otros sistemas educativos como el japonés, el chino o el indio).

En conclusión, este cuestionario es capaz de evidenciar la existencia de deficiencias conceptuales ocultas de Química. En la formación de un futuro profesor, de cualquier nivel, es importante ser consciente de que en

su futuro profesional enseñará y evaluará a sus alumnos en base a su conocimiento personal, y que sus concepciones alternativas se pueden transmitir a sus alumnos, siendo el profesor el origen de las mismas. Esta circunstancia hace necesario abordar las concepciones alternativas detectadas en la formación inicial. Si estas no son superadas en esta etapa, en su futura acción docente estos estudiantes se limitarán a trasmitir leyes, conceptos y principios de Química general (aun cuando estas sean inaccesibles para sus alumnos por el alto nivel científico); en lugar de centrarse en la comprensión de estos conceptos químicos básicos y su relación con fenómenos cotidianos de la vida de los alumnos. De este modo, la presencia de estas ideas erróneas hace que los profesores no ayuden a razonar a sus alumnos sobre los fenómenos científicos observables en su día a día, aquellos que se pueden analizar y comprender con experimentos sencillos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1978). Educational psychology: a cognitive view. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.

Barke, H. D., Hazari, A. y Yitbarek, S. (2009). Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education. Berlín: Springer.

Barke, V. (2004). Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas. Londres: Royal Society of Chemistry

Branca, M. (2005). (In)competenze della matricole ma non solo. *CnS-La Chimica nella Scuola*, *XXVII*, 168-174.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *2*(2), 183-208.

Chou, C. Y. (2002). Science Teachers' Understanding of Concepts in Chemistry. *Proceedings-National Science Council Republic of China. Part D Mathematics Science and Technology Education*, *12*(2), 73-78.

Galley, W. C. (2004). Exothermic bond breaking: A persistent misconception. *Journal of chemical education*, *81*(4), 523-525.

Jasien, P. G. y Oberem, G. E. (2002). Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers. *Journal of Chemical Education*, *79*(7), 889-895.

Kajander, A. y Lovric, M. (2009). Mathematics textbooks and their potential role in supporting misconceptions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *40*(2), 173-181.

Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 432–448.

Marcos-Merino, J. M. y Esteban, R. (2018). Concepciones alternativas sobre biología celular y microbiología de los maestros en formación: implicaciones de su presencia. *Campo abierto*, *36*(2), 167-179.

Mulford, D. R. y Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of chemical education*, *79*(6), 739-744.

P.33 Los museos de ciencias como recurso educativo on line

Francisco Javier Robles Moral

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
franciscojavier.moral@um.es

RESUMEN

Los museos de ciencias, son lugares propicios para desarrollar la educación informal, en los que las personas aprenden tocando, manipulando incluso involucrándose en las actividades y exposiciones que estos centros museísticos ofrecen, pero actualmente los museos no se centran solo en sus visitantes físicos, sino que también ofertan recursos y servicios vía on line. Para analizar esta relación de carácter educativo entre los museos de ciencias y los centros educativos se planteó como eje vertebrador de este trabajo estudiar los museos de ciencias como elementos educativos tanto externos como internos al aula tradicional. Se analizaron las páginas webs de treinta y siete museos de ciencias de España, así como qué ofrecen estos centros museísticos a través de Internet. A través de estos servicios que ofertan los museos de Ciencias permite a los docentes llevar el museo al aula.

Palabras clave: Muesos; ciencias; recurso educativo

INTRODUCCIÓN

Martínez y González (2014), destacan que la tendencia de los estudiantes a la hora de definir la educación de las ciencias, lo hacen atendiendo a que el conocimiento científico es un conocimiento específico de una materia que permite comprender fenómenos de la naturaleza. Pero, este proceso requiere, según estos alumnos, procesos cognitivos simples, centrados en la adquisición de información y, generalmente, se desarrollan en soledad o con compañeros y docentes. Sin embargo, los contextos educativos que mejor representaban para ellos esta forma de trabajo fueron los laboratorios y espacios públicos de divulgación de la ciencia, como museos y observatorios.

En el aprendizaje no se tienen métodos predefinidos, si no que aprender no es una experiencia abstracta que pueda ser aislada e investigada, es una experiencia integrada que ocurre en el mundo real. Estableciendo de esta manera la definición del aprendizaje como el producto y el proceso resultante de la combinación de los contextos personales, socioculturales y físicos del sujeto que está aprendiendo (Falk y Dierking, 1992).

Además, el aprendizaje es un proceso dinámico, es decir el aprendizaje se puede entender como una sucesión de capas, que aunque unas sean inferiores a otras, existe una interacción e influencia directa en cómo se crean las capas más externas; desarrollando así la persona que está inmerso en el aprendizaje su propia forma de aprender y a la vez es formado por su ambiente, y por tanto, el aprendizaje de ese sujeto será siempre dinámico y continuo, nunca finalizará (Morentin, 2010), acuñándose el término de aprendizaje a lo largo de la vida, long-life learning.

Actualmente, los alumnos tienen acceso a una gran cantidad de información, no solo los libros o las lecciones de los maestros y profesores, son las fuentes de información, encontramos un gran origen de información en Internet. Pero, Internet aun teniendo un gran potencial como recurso educativo, actualmente el profesorado de primaria no lo incorpora a su día a día, tanto como podría esperarse. Las causas que motivan esta infrautilización pueden recaer en la falta de formación del profesorado y el excesivo tiempo que necesita la elaboración de los materiales didácticos (Trigueros, Sánchez y Vera, 2012). A estas causas, se les suma el uso que se da a esta herramienta ya que, se debería cambiar la concepción de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), pues no son un mero complemento del libro de texto, sino que es un instrumento de enseñanza-aprendizaje por sí mismo (Doménech, 2008).

La investigación llevada a cabo por Sáez y Ruiz-Gallardo (2013), sobre la integración de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, obtuvieron como resultados que la enseñanza de las ciencias se realiza de un modo tradicional, exposición por parte del docente basándose en el libro de texto, y el uso de las TIC era un mero apoyo al libro de texto. Aunque si se analizaron casos en los cuales los docentes realizaban una integración de las TIC, usando blogs y webquest, haciéndose en esos casos la clase más activa e incrementándose la motivación de los alumnos. A su vez, Lemke (2006) señala el elevado potencial, de producción de estos recursos a la hora de generar un ambiente de aprendizaje rico, flexible y efectivo, gracias a la interactividad que estos recursos educativos aportan.

Centrándonos en el caso de los museos de ciencias, estos constituyen un ambiente apropiado para el aprendizaje de las ciencias, en los que se unen el rigor científico y la transmisión de conocimientos con el placer del descubrimiento, la comprensión de fenómenos, la sorpresa y la fascinación (Dierking, Ellenbogen y Falk, 2004). Por otro lado, Roigè (2014), destaca como han ido creciendo y desarrollándose los museos de ciencias, desde que en América fueron aparecieron en la década de los años 60, los conocidos Science Centers, lugares e instituciones en los que la antigua museografía de vitrinas expositivas fueron reemplazadas por instalaciones y elementos interactivos, donde predomina la experiencia que vive el visitante frente a la muestra de grandes colecciones, siendo además, estos centros unos referentes de la divulgación y difusión científica, debido al gran potencial de aprendizaje y comprensión que ofrecen a sus visitantes.

El papel de los museos y manifestaciones culturales de carácter científico, tienen ante sí el reto de sociedad en el siglo XXI, una apuesta dentro del ámbito de la comunicación. La comunicación en un museo científico, un "museo no artístico", tal y como discrimina la sociedad, es ineficiente, presenta problemas educativos y de inversión en desarrollo científico-tecnológico. La sociedad avanza y necesita de programas de comunicación científica que estén diseñados para provocar el reforzamiento de la estima del conjunto de los ciudadanos con el esfuerzo investigador y con la traslación de los resultados científicos a la propia sociedad. Corresponde a los museos de ciencias el impulsar la conexión de las necesidades de la sociedad con las exhibiciones, programas y ofertas que desarrollan estos museos de ciencias (Ten, 2008).

Por ello, la labor de comunicación científica que realizan los museos de ciencias es de suma importancia, te-

niendo en cuenta que estos museos realizan tanto divulgación como difusión científica. García y Fernández (2011), definen el concepto de la difusión científica como la comunicación que se da en el seno de la comunidad científica, ya sea para dar a conocer estudios, colaborar en investigaciones, etc. En esta intercomunicación de la comunidad científica, muchos investigadores utilizan las redes sociales como medio para compartir artículos, resultados de proyectos realizados, etc. (Bernal, 2015). Por otro lado, la divulgación científica, según García y Fernández (2011), consiste en transmitir de una manera sencilla y cercana los conocimientos y avances científicos a la sociedad en general, para así poder llegar a la culturización científica.

Y es, en este afán de divulgación científica donde se enmarca este trabajo pues, los museos y centros de ciencias están generando diversos recursos que pueden ser implementados en las aulas de primaria, siendo el vehículo de conexión entre el aula educativa y e museo o centro de ciencias, la propia navegación por internet. Por ello, este trabajo tiene como finalidad estudiar que museos de ciencias aportan recursos para la Educación Primaria y qué tipo de recursos son esos.

Por ello, para llevar a cabo este trabajo se establecen dos objetivos, que serán la guía a seguir a lo largo del desarrollo del estudio:

- conocer los museos de ciencias como elementos educativos tanto externos como internos al aula tradicional.
- saber que ofrecen los museos de ciencias para colaborar en la enseñanza y aprendizaje de ciencias a través de los medios sociales

MÉTODO DE TRABAJO

A la hora de enfocar la realización de esta investigación, se plantearon dos cuestiones a resolver previamente. La primera de estas cuestiones fue la de escoger la muestra de los museos de ciencias que fuera más adecuado al estudio ya que los centros con carácter museístico y científico son muy variados, desde la denominación en la que van huyendo del término tradicional y poco atrayente para la sociedad actual, de museo (Roigé, 2014), hasta la temática propiamente dicha del centro museístico, centrándonos principalmente en las Ciencias Experimentales. Finalmente se opto por seleccionar la muestra de museos de ciencias del Catálogo Nacional de Museos y Colecciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España, siendo esta selección la misma que utiliza Robles (2017).

Los museos y centros de ciencia seleccionados fueron un total de 37 organizaciones y son los siguientes: Parque de las Ciencias de Granada; Centro de Ciencia Principia; Parque paleontológico Dinópolis; Museo de la Ciencia y el Cosmos; Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología; Museo de las Ciencias de Castilla La Mancha; Museo de las Ciencias de Valladolid; CosmoCaixa; Museu de Ciències Naturals de Barcelona; Museu Nacional de la Ciéncia i la Tècnica de Catalunya; Ciutat de les Arts i les Ciències; Museo de Ciencias Naturales de Valencia; Planetari de Castelló; Museos Científicos Coruñeses; Museo de la Ciencia y el Agua; Casa de las Ciencias de Logroño; Museo Nacional de Ciencias Naturales; Museo Geominero; Planetario de Madrid; Real Jardín Botánico de Madrid; Planetario de Pamplona; Eureka¡ Zientzia Museoa; Casa de las Ciencias de Sevilla; Museo de la Evolución Humana; Museo Jurásico de Asturias; Museo Nacional de la Energía. Fábrica de la Luz; Museo Nacional de Ciencia y Tecnología; Museu de la Biodiversitat; Ingurugiro Etxea Museoa; Museu Balear de Ciències Naturals; Museo de la Naturaleza y el Hombre; Museo Virtual de la Ciencia; Museo didáctico e interactivo de Ciencias de la Vega Baja del Segura de la Comunidad Valenciana; Museo de Ciencias Naturales del Carmen; Jardín Botánico de la Universitat de València; Museo de Historia Natural de la Universidade de Santiago de Compostela; Aquarium de Doností.

Tras el estudio de qué museos de ciencias se iban a analizar, se estableció cuales iban a ser los servicios y recursos educativos comunes que estos centros museísticos prestan a través de su presencia en Internet (Robles,

2017). Estos servicios y recursos educativos son: información y reserva de visitas escolares/especializadas; formación para docentes; espacios educativos; actividades e información post-visitas escolares; materiales didácticos; módulos interactivos; juegos didácticos; cuadernos didácticos, información y actividades previas a las salidas escolares; actividades didácticas; guías didácticas; talleres didácticos y descargables; calendario de actividades y eventos; fidelización; juegos; descargas de materiales; visitas virtuales; realidad aumentada/virtual; aplicaciones, publicaciones de divulgación científica disponibles; sección educativa, códigos QR, enlaces RSS y otros servicios o recursos educativos.

RESULTADOS

Tras analizar la muestra de los treinta y siete museos de ciencias, se han obtenido los resultados que a continuación se presentan. En la figura 1, que relaciona la presencia de servicios y recursos educativos con el número de museos de ciencias en los que están presentes, se observa como el recurso que más presente esta en los museos de ciencias, es el calendario de actividades y eventos de los museos, pues está presente en veintitrés centros, seguido de la información y reserva de visitas escolares/especializadas, que está en veintiuno de los treinta y siete centros estudiados.

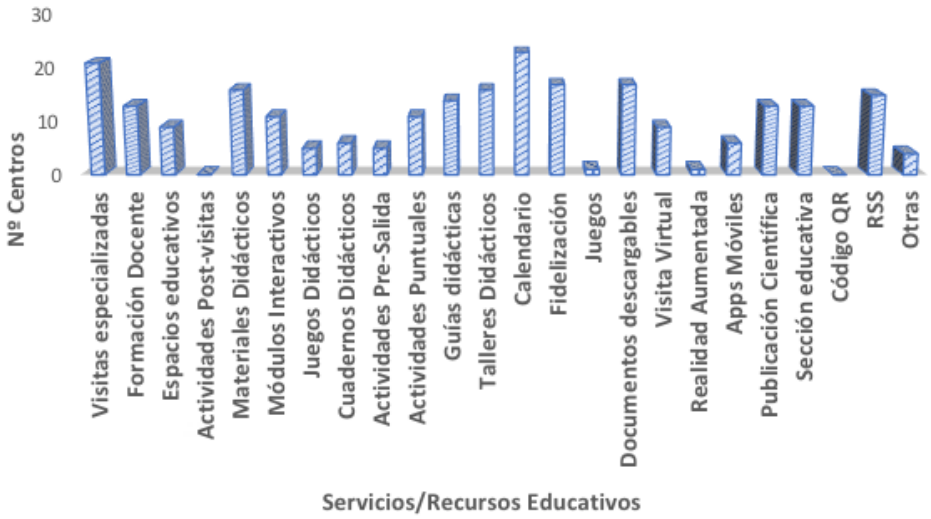


Figura 1: Relación de la presencia de los servicios y recursos educativos en los museos de ciencias

Además, los recursos y servicios educativos que menos presencia tienen en los museos de ciencias, en sus páginas webs y su presencia en los medios sociales, es la inexistencia de información o actividades post salidas escolares en ningún museo científico. Y con una presencia mínima se encuentran los códigos QR, los juegos y la realidad virtual/aumentada, pues solo los encontramos cada uno en un único centro de los estudiados. En el caso de los códigos QR y de los juegos los encontramos en el Museos Científicos Coruñeses (*mc2*) y la realidad aumentada/virtual en el Museo de la Evolución Humana, con su recreación de "*El cráneo de Miguelón*".

De los servicios y recursos didácticos analizados, observamos que el centro museístico que cuenta con más recursos es El Parque de las Ciencias de Granada con 15 de los 23 recursos establecidos, seguido de Real Jardín Botánico de Madrid y Museu de Ciències Naturals de Barcelona con 14 recursos cada uno, y por el contrario el Museo de Ciencias Naturales del Carmen en Onda es con el que menos recursos on line cuenta, pues solo tienen disponible el calendario de actividades.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras haber obtenido los resultados de la investigación, se presenta a continuación las conclusiones y la dis-

cusión que surge tras contrastar los resultados con los objetivos que se plantearon a la hora de iniciar este trabajo.

Con respecto al primer objetivo planteado, conocer los museos de ciencias como elementos educativos tanto externos como internos al aula tradicional, se ha podido contrastar la existencia de treinta y siete museos de ciencias en España, los cuales todos trabajan la comunicación científica no solo con los visitantes físicos que tienen a lo largo del año, sino también con aquellos visitantes potenciales. Además, se ha analizado como los museos de ciencias son espacios educativos, usados tanto en la educación formal como en la educación no formal o en la informal, pues es un recurso educativo en sí mismo, que puede ser integrado dentro del currículo escolar, o bien ser un espacio donde los alumnos vayan por si solos (excursiones familiares, o salidas culturales) o junto a las escuelas y puedan beneficiarse de sus estrategias educativas, pero no solo en la visita presencial, sino también desde el aula accediendo a los propios museos.

Por último, referente al objetivo de saber que ofrecen los museos de ciencias para colaborar en la enseñanza y aprendizaje de ciencias a través de los medios sociales, tras el estudio realizado se han detectado veintitrés recursos y servicios educativos que los museos ofrecen a través, ya bien sea de sus páginas webs o de su presencia en los medios sociales. Esta oferta educativa, va desde las visitas virtuales a los museos, hasta la planificación de visitas reales al centro, pasando por juegos didácticos, diversos materiales didácticos descargables o accesibles, y un largo etcétera de recursos disponibles para los docentes y que pueden hacer uso de todos a través de los medios digitales, llevando el museo al aula.

En definitiva, según lo expuesto los museos y centros de ciencias que se han analizado en este trabajo, desarrollan una labor educativa muy importante, complementaria con el proceso de enseñanza – aprendizaje que se desarrolla en los centros educativos. Siendo esta labor, no solo presencial en estos espacios museísticos, sino que permiten que de manera virtual acceder a diferentes recursos educativos relacionados con el centro o museo de ciencias que los elabora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernal Galindo, R. Mª. (2015). Herramientas telemáticas para la comunicación educativa: Catalogación, análisis y posibilidades de uso de los Blogs. *Tesis doctoral*. Universidad de Murcia. Murcia.

Dierking, L. D., Ellenbogen, K. M. y Falk, J. H. (2004). In principle, in practice: Perspectives on a decade of museum learning research. *Science Education* 88 (Suppl. 1). pp. S1-S3.

Domènech Girbau, M. (2008). L'aula de ciències de secundaria: de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) a les tecnologies de l'aprenentatge i el coneixement (TAC), dels continguts a les competències. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*. Pp. 20-22.

Falk, J. H. y Dierking, L. D. (1992) The museum experience. Washington DC: *Whalesback Books*. Washington.

García, J. y Fernández, R. (2011). Difusión y divulgación científica en internet. Consultado en: http://www.cienciatec.org/wp-content/uploads/2011/11/Difusi%C3%B3n-y-divulgaci%C3%B3n-cient%C3%ADfica-en-Internet.pdf

Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 24 (1). pp. 5-12.

Martínez Galaz, C. P. y González Weil, C. U. (2014). Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), pp. 51-81.

Morentin Pascual, M. (2010). Los museos interactivos de ciencias como recurso didáctico en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Tesis Doctoral*. País Vasco.

Robles Moral, F. J. (2017). Los Museos de Ciencias en la Educación Primaria: Análisis de sus Recursos Educativos y Propuestas de actuación. *Tesis Doctoral*. Universidad de Murcia.

Roigé, X. (2014). Los Museos de la Ciencia en España: entre la Divulgación Científica, el consumo Cultural y la Creación de nuevos referentes Sociales. *International Journal of Deliberattive Mechanisms in Science, 3* (1), 49-72. doi:10.4471/demesci.2014.14.

Sáez López, J. M., y Ruiz-Gallardo, J. R. (2013). Enseñanza de las ciencias, tecnología educativa y escuela rural: un estudio de casos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 12, (1). pp. 45-61.

Ten, A. E. (2008). Módulo 2. Museología científica actual. *Diploma en manifestaciones culturales, museos y exposiciones científicas, marketing y comunicación*. Universitat de Valencia. Ed. Alfa Delta Digital S. L. Valencia.

Trigueros Cano, F. J., Sánchez Ibáñez, R., y Vera Muñoz, M. I. (2012). El profesorado de Educación Primaria ante las TIC: realidad y retos. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. Consultado en: http//www.aufop.com

P.34 Mejora de las creencias de autoeficacia y actitudes hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en maestros en formación a través de una metodología de "aula invertida"

Jin Su Jeong, David González Gómez y Félix Yllana Prieto

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura.
jin@unex.es

RESUMEN

La metodología de instrucción invertida o *flipped-classroom* ha ganado en popularidad en los últimos años, especialmente en niveles educativos preuniversitarios. La principal característica de esta metodología docente radica en el modo de emplear el tiempo que se comparte en el aula entre el docente y estudiantes. En un modelo de aula invertida la instrucción directa se hace de forma individualizada en un entorno asincrónico, mientras que la aplicación de los contenidos tratados en esta instrucción se realiza de forma colaborativa en el aula en un modo más activo. De este modo, podría decirse que este método de enseñanza está más centrado en el estudiante. Diferentes estudios indican que la consecución de mejores resultados de aprendizaje en ciencias requiere que la metodología docente empleada en el aula esté más centrada en

el estudiante, y que se fomente la indagación y la investigación en un entorno de aprendizaje más aplicado. Por ello, este trabajo persigue evaluar la influencia de la aplicación de una metodología de aula invertida sobre la autoeficacia y actitudes que desarrollan los maestros en formación hacia el aprendizaje-enseñanza de las ciencias. Los resultados alcanzados en este estudio indican que la metodología de enseñanza seguida contribuyó a fomentar actitudes más positivas hacia el aprendizaje-enseñanza de contenidos científicos en maestros en formación, así como a la formación de maestros más autoeficaces para el aprendizaje y la enseñanza de contenidos científicos.

Palabras clave: *Flipped-classroom*; autoeficacia; actitudes; metodologías docentes; maestros en formación.

1. INTRODUCCIÓN

La estrategia metodológica de instrucción, que debe aplicarse en un aula para mejorar la enseñanza de contenidos científicos, es una de las principales líneas de investigación dentro del campo de la didáctica de las ciencias experimentales (Pierson, Clark y Kelly, 2019). La consecución de mejores resultados de aprendizaje requiere que el enfoque didáctico empleado sea activo y se centre en el propio estudiante, que fomente la investigación y la aplicación práctica de los contenidos trabajados en un contexto de trabajo colaborativo (van Aalderen-Smeets y van der Molen, 2015). En los últimos años, la metodología de aula invertida (MAI) o *flipped-classroom* está ganando interés como estrategia metodológica para la enseñanza de las ciencias (Lin, Lin, Potvin y Tsai, 2019). Esta metodología se fundamenta en el constructivismo y en la teoría social del aprendizaje (O'Flaherty y Phillips, 2015), y se basa en proporcionar una instrucción directa de forma asincrónica e individualizada a través de diferente tipo de material, principalmente audiovisual, que el profesor pone a disposición del alumnado de forma previa a su trabajo en el aula. En la MAI los estudiantes adquieren una gran responsabilidad en la regulación de su aprendizaje, y son responsables de trabajar de forma autónoma el material facilitado, lo que fomenta una mayor participación en las actividades de discusión e investigación que se realizan en las clases presenciales, por lo que según establecen McLaughlin et al. (2014), la MAI puede ser considerada como un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante que proporciona una atmósfera de aprendizaje más adecuada para lograr un aprendizaje significativo.

En la última década ha habido un gran número de investigaciones relacionadas con la importancia del dominio afectivo, así como la autoeficacia y actitudes (Jeong, González-Gómez y Cañada, 2019) en la enseñanza y el aprendizaje de las de ciencias, y como se ven potenciadas a través del empleo de metodologías didácticas activas (Sánchez-Martín, Cañada-Cañada y Dávila-Acedo, 2017). En este sentido, la autoeficacia posibilita la adquisición de conocimientos y la mejora progresiva de los logros alcanzados, posibilitando al sujeto a tomar decisiones con base en las creencias de desempeño que tenga instaladas en su patrón cognitivo (Criollo, Romero y Fontaines-Ruiz, 2017). Diferentes estudios han puesto de manifiesto que la MAI es apropiada para promover la autoeficacia principalmente por la mayor implicación de los estudiantes en las aulas al poner en práctica los contenidos teóricos trabajados (Raman, Rathakrishnan y Thannimalai, 2019). En maestros en formación, conseguir incrementar sus creencias de autoeficacia en ciencia es un factor esencial, ya que como indican Oppermann, Brunner y Anders (2019) esta influye en la percepción que tendrá el futuro docente sobre su capacidad y confianza para enseñar contenidos científicos. Pero, además, también se ha descrito en la bibliografía que los docentes con una mejor autoeficacia son más proclives a aplicar prácticas innovadoras y novedosas en sus aulas (Charalambous y Philippou, 2010). Por otro lado, la actitud que tienen los maestros en formación hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos es otro aspecto relevante para tener en cuenta, ya que diferentes estudios sugieren que la actitud que poseen los docentes hacia la ciencia y la enseñanza de la ciencia ejerce un impacto significativo en las actitudes de sus estudiantes hacia la ciencia, su rendimiento académico y su inclinación por participar del conocimiento científico (Avery y Meyer, 2012). Es por ello por lo que la instrucción empleada en el aula debe, en la medida de lo posible, fomentar el desarrollo positivo de actitudes hacia la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos (Jones y Leagon, 2014).

2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio ha sido evaluar la influencia del empleo de una metodología de instrucción invertida o *flipped* classroom sobre las creencias de autoeficacia y actitudes hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en maestros en formación. Así, la hipótesis de este trabajo establece que la MAI fomenta la autoeficacia hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos en los docentes en formación y propicia actitudes más positivas hacia la ciencia.

3. METODOLOGÍA

Muestra

El presente estudio se ha llevado a cabo con estudiantes del Grado en Educación Primaria en la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Extremadura. Concretamente se ha seleccionado el curso de Didáctica de la Materia y la Energía, asignatura obligatoria impartida en el segundo curso del grado. En esta asignatura se tratan diferentes contenidos científicos, así como estrategias docentes para su enseñanza en el aula de educación primaria. En la Tabla 1 se muestran las características principales de la muestra. Como se muestra en esta tabla, es destacable que cerca del 88% de los estudiantes matriculados en el curso no habían cursado ninguna asignatura de ciencias en sus estudios de bachillerato e incluso últimos años de la enseñanza secundaria obligatoria.

El curso, con una duración de 15 semanas (6 créditos), se estructura en 3 horas/semana de clases de gran grupo y 1 hora/semana de laboratorio. La metodología docente seguida fue una MAI o *flipped-classroom* en forma de video-lecciones, que los estudiantes tuvieron disponibles de forma programada a lo largo del semestre. Para hacer más atractivo el trabajo autónomo del estudiante a través de las video-lecciones, estas fueron editadas introduciendo cuestiones y creando entornos más interactivos. A modo de ejemplo, a través del siguiente link se puede acceder a la video-lección correspondiente a la materia (tercer seminario): https://api.playposit.com/go/share/533867/20743/0/0/Seminar-3-The-matter.

Este esquema de instrucción permitió dedicar un mayor tiempo del aula para trabajar de forma práctica los contenidos teóricos y propiciar un entorno de aprendizaje más centrado en el alumno. El papel del profesor en estas sesiones fue el de observador-guía, resolviendo dudas y explicaciones siempre que fuese necesario.

Tabla 1. Información demográfica de los estudiantes participantes en este estudio.

N	EDAD	GENERO		FORMACIÓN PREUNIVERSITARIA			% ESTUDIANTES QUE HAN CALIFICADO AL CURSO COMO "FÁCIL"
		HOMBRES	MUJERES	CIENCIAS SOCIALES	CIENCIA	ARTE	
68	*21,10±0.80*	17,6	82,4	72,0	14,8	13,2	11,7

Instrumentos

Tanto las creencias de autoeficacia, como la actitud de los maestros en formación hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos, fueron medidas a través de diferentes instrumentos proporcionados a los estudiantes al comienzo y a la finalización del curso. En relación con la autoeficacia se ha empleado una adaptación validada de los instrumentos propuestos por Bandura (2001) y Riggs y Enoch (1990) con objeto de establecer

las creencias de autoeficacia en relación con los contenidos científicos trabajados durante el curso y sobre las creencias de autoeficacia en relación con la enseñanza de estos en su futura labor docente (coeficiente alfa de Cronbach de 0,94). Por otro lado, para la medida de la actitud de maestros en formación hacia contenidos científicos se realizó mediante la adaptación del instrumento propuesto por Schruba (2010) previamente validado (coeficiente alfa de Cronbach de 0,73). En este instrumento se miden las impresiones que poseen los estudiantes ante diferentes contextos y situaciones científicas. Las Tabla 2 recoge las cuestiones planteadas en los instrumentos empleados en este estudio.

Tabla 2. Instrumentos empleados para la recogida de datos antes y después del curso diseñado basado en la metodología de instrucción invertida.

Valora tu capacidad para impartir los siguientes contenidos en Educación Primaria de 0 a 10, donde 0 es "la mínima puntuación" y 10 "la máxima puntuación".	
1	Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.
2	Explicaciones de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad.
3	La flotabilidad en un medio líquido.
4	Concepto de energía. Diferentes formas de energía.
5	Fuentes de energía y materias primas: su origen. Energías renovables y no renovables.
6	Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos.
7	Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.
8	Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.
9	Búsqueda guiada de información en la red.
10	Cálculo matemático y representación gráfica.
11	Realización de actividades prácticas "tipo laboratorio".
Responde a las preguntas indicando el número que se adecue a tu manera de ver las ciencias: Totalmente de acuerdo (1). De acuerdo (2). No sé (3). En desacuerdo (4). Totalmente en desacuerdo (5).	
1	La ciencia es útil para problemas de la vida real.
2	Me divierto mucho con la ciencia.
3	No soy muy bueno en ciencias.

4	Es divertido trabajar en el laboratorio y con manualidades la ciencia.
5	Me siento bien en clase de ciencias.
6	Se necesita la ciencia en muchos de los trabajos actuales.
7	La ciencia es fácil para mí.
8	Cuando escucho la palabra “ciencia” me produce desagrado.
9	No me gusta nada que tenga que ver con la ciencia.
10	Me siento tenso/a cuando alguien me habla sobre ciencia.
11	Es importante saber ciencia para conseguir un buen trabajo.
12	Me gustaría tener un trabajo en el que no se necesite saber sobre ciencia.
13	Me gusta hablar con los demás sobre ciencia.
14	Me divierto viendo un programa sobre ciencia en la televisión.
15	Soy buen en el laboratorio y haciendo actividades manuales sobre ciencia.
16	No se necesita la ciencia para ningún aspecto de la vida cotidiana.
17	Trabajar con ciencia me molesta.
18	Me pongo nervioso cuando tengo que trabajar con la ciencia.
19	Tengo miedo a tener una clase de ciencias.
20	Tengo un sentimiento positivo ante la ciencia.

Análisis de datos

La participación en el estudio fue totalmente voluntaria, y antes del comienzo del proyecto se contó con la autorización del comité de bioética de la Universidad de Extremadura. La recogida de datos se llevó a cabo en dos momentos, al comienzo y a la finalización del curso. En relación con el análisis de datos, se compararon los resultados obtenidos con los diferentes instrumentos (pre- y post-test) a través de la prueba de comparación Mann-Whitney para datos no paramétricos. Así mismo también se ha aplicado la prueba Chi-cuadrado para determinar la posible existencia de diferencias significativas entre las frecuencias esperadas y las observadas antes y después del estudio (pre- y post-test).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación a las creencias de autoeficacia que poseen los estudiantes, relativas a la realización de ciertas actividades relacionadas con la ciencia, la Figura 1 muestra como estas se vieron afectadas tras la finalización del curso. En todos los casos, excepto en las cuestiones 5 y 10, las diferencias encontradas entre las puntuaciones otorgadas en el pre- y post-test fueron significativamente diferentes. Estos resultados indican que la metodología docente empleada contribuyó al incremento de la autoeficacia de los estudiantes de magisterio hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Este incremento fue especialmente notable para los ítems 3 (relativo a la flotabilidad), 7 (separaciones de componentes de mezclas) y 8 (reacciones químicas). Oppermann et al. (2019) establecieron en su estudio que los maestros en formación con mayores creencias de autoeficacia en la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos influía de forma significativa en su futura práctica docente. Por otro lado, Kahraman, Yilmaz, Brayrak y Gunes (2014) concluyeron que existe una relación positiva entre la autoeficacia que presentan los docentes en ciencias y la frecuencia de su práctica docente de ciencias y la motivación de los estudiantes hacia las ciencias.

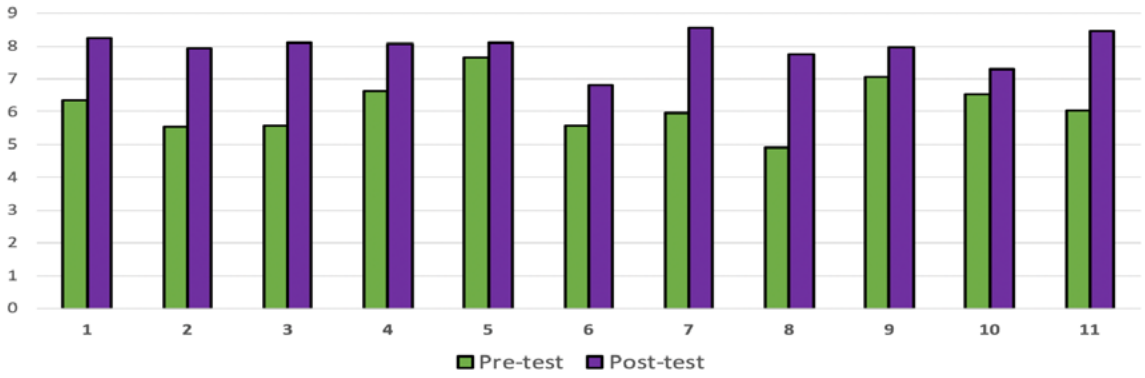


Figura 1. Resultados de las puntuaciones otorgadas por los estudiantes en relación con la autoeficacia para la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos.

En relación con las actitudes que mostraron los estudiantes hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos también se vieron influenciadas por la intervención llevada a cabo. La Figura 2 muestra los resultados comparativos obtenidos al comienzo y final del curso.

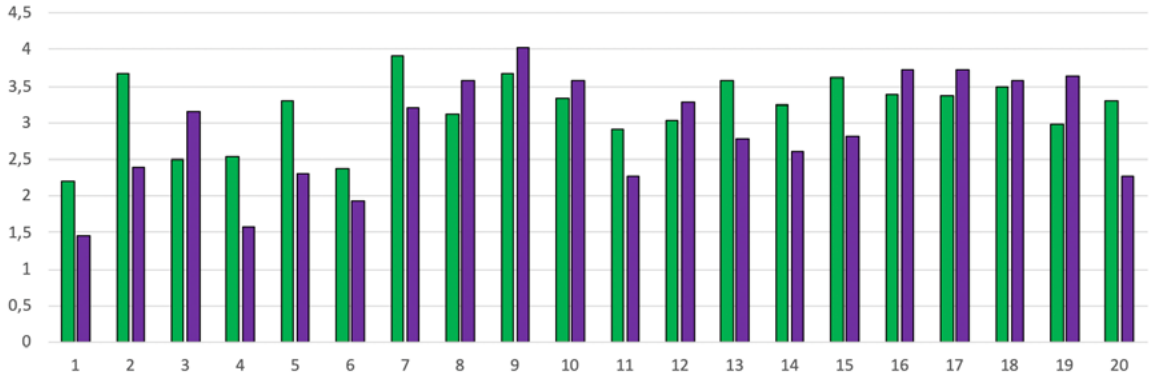


Figura 2. Resultados de las puntuaciones otorgadas por los estudiantes en relación con las actitudes hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos.

Los resultados mostrados en la Figura 2 indican que los docentes en formación desarrollaron actitudes, de forma significativa, más positivas hacia los contenidos científicos (todas las diferencias fueron significativa-

mente diferentes excepto para los ítems 6 y de 8 a 11). El desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias en docentes en formación debe ser fomentado a través de las estrategias docentes empleadas, ya que poseer actitudes positivas hacia los contenidos científicos conllevará mejores resultados en su futura práctica docente y proporcionará una educación científica de mayor calidad (Jones y Leagon, 2014). Es más, poseer actitudes negativas hacia la ciencia supone un obstáculo en la enseñanza futura de los docentes, motivando la dedicación de un menor tiempo al trabajo de estos contenidos (Avery y Meyer, 2012).

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se concluye que existe una influencia entre la metodología docente implementada en un curso de ciencias, y el desarrollo positivo de creencias de autoeficacia y actitudes positivas hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos en maestros en formación. Concretamente, en este estudio se ha planteado una metodología de aula invertida o *flipped-classroom* para el curso de Didáctica de la Materia y la Energía en segundo curso del Grado en Educación Primaria. De acuerdo con los resultados obtenidos, los docentes en formación mostraron una mayor predisposición para la realización de actividades científicas y presentaron actitudes más positivas hacia estos contenidos. Las características de un curso invertido, en el que los estudiantes disponen de un mayor tiempo para poner en práctica los contenidos teóricos estudiados justifican los resultados alcanzados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital de la Junta de Extremadura y a los fondos FEDER por la ayuda concedida para la realización de esta investigación (Proyecto IB18004 y GR18004).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avery, L. M., y Meyer, D. Z. (2012). Teaching science as science is practice: Opportunities and limits for enhancing preservice elementary teachers' self-efficacy for science and science teaching. *School Science and Mathematics, 112(7)*, 395-409. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00159.x.

Bandura, A. (2001). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajaes, y T. C. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents*. Charlotte, NC: Information Age Publishing, Inc.

Charalambous, C., y Philippou, G. (2010). Teachers' concerns and efficacy beliefs about implementing a mathematics curriculum reform: Integrating two lines of inquiry. *Educational Studies in Mathematics, 75(1)*, 1-21. DOI: https://doi.org/10.1007/s10649-010-9238-5.

Criollo, M., Romero, M., y Fontaines-Ruiz, T. (2017). Autoeficacia para el aprendizaje de la investigación en estudiantes universitarios. *Psicología Educativa, 23*, 63-72. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.pse.2016.09.002.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., y Cañada, F. (2019). How does a flipped classroom course affect the affective domain toward science course? *Interactive Learning Environments*. DOI: https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636079.

Jones, M. G., y Leagon, M. (2014). Science teacher attitudes and beliefs: Reforming practice. In N. G. Lederman, y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education (pp. 830-847)*. New York: Routledge.

Kahraman, S., Yilmaz, Z. A., Bayrak, R., y Gunes, K. (2014). Investigation of pre-service science teachers' self-efficacy beliefs of science teaching. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 136*, 501-503. DOI: https://

doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.364.

Lin, T. J., Lin, T. C., Potvin, P., y Tsai, C. C. (2019). Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education, 41(3)*, 367-387. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1550274.

Mclaughlin, J. E., Roth, M. T., Glatt, D. M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C. A., Griffin, L. M., y Mumper, R. J. (2014). The flipped classroom: A course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Academic Medicine, 89*, 236-243. DOI: https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000086.

O'Flaherty, J., y Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *Internet and Higher Education, 25*, 85-95. DOI: https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002.

Oppermann, E., Brunner, M., y Anders, Y. (2019). The interplay between preschool teachers' science self-efficacy beliefs, their teaching practices, and girls' and boys' early science motivation. *Learning and individual differences, 70*, 86-99. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.01.006.

Pierson, A. E., Clark, D. B., y Kelly, G. J. (2019). Learning progression and science practices. Tensions in prioritizing content, epistemic practices, and social dimensions of learning. *Science & Education, 28*, 833-841. DOI: https://doi.org/10.1007/s11191-019-00070-0.

Raman, A., Rathakrishnan, M., y Thannimalai, R. (2019). Flipping the undergraduate classroom: A case study. *Journal of Social Science Research, 5(1)*, 134-138. DOI: https://www.arpgweb.com/pdf-files/jssr5(1)134-138.pdf.

Riggs, I., y Enochs, L. (1990). Towards the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. *Science Education, 74*, 625-637. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.3730740605.

Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F., y Dávila-Acedo, M. A. (2017). Just a game? Gamifying a general science class at university: Collaborative and competitive work implications. *Thinking Skills and Creativity, 26*, 51-59. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.05.003.

Schruba, S. (2010). Enriching traditional biology lectures – Digital concept maps and their influence on achievement and motivation. *World Journal on Educational Technology, 2(1)*, 42-54.

van Aalderen-Smeets, S. I., y van der Molen, J. H. W. (2015). Improving primary teacher' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of Research in Science Teaching, 52(5)*, 710-134. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.21218.

P.35 Presencia de prácticas científicas en Ciencias de la Tierra en el currículum del País Vasco en educación primaria

Ana Berreteaga1,2, Ainara Achurra1 y Teresa Zamalloa1

1Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. 2Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. E-mail: ana.berreteaga@ehu.eus.

RESUMEN

Para conseguir una correcta alfabetización en Ciencias de la Tierra, se deben incluir el desarrollo y la participación en las prácticas científicas. Varios estudios resaltan una pérdida de peso de las Ciencias de la Tierra en los currículos junto a una desvinculación de las Ciencias Experimentales. Sin embargo, no existen estudios que analicen la presencia de las prácticas científicas en Ciencias de la Tierra. El presente trabajo plantea su análisis en el curriculum de educación primaria del País Vasco. Para ello, se realiza un análisis cualitativo del texto del currículum. Los resultados indican que no se incluyen operaciones clave de indagación, y que la argumentación y la modelización se encuentran integradas a nivel muy elemental. Se concluye que la localización de las Ciencias de la Tierra en la competencia social y cívica podría implicar, en parte, la pérdida de su naturaleza científica.

Palabras clave: curriculum, geología, prácticas científicas; competencia científica; competencia social y cívica

MARCO TEÓRICO

A pesar de los numerosos estudios que justifican la enseñanza de las Ciencias de la Tierra como una componente principal de la alfabetización científica (e.g., Delgado y Calonge, 2018; Orion y Libarkin, 2014; Pedrinaci, 2001) existen varios estudios que resaltan una pérdida de peso de las Ciencias de la Tierra en los contenidos curriculares (Fermeli et al., 2011; Hernández, 2006) junto a su desvinculación de las Ciencias Experimentales en el curriculum de primaria. Los contenidos relacionados con Ciencias de la Tierra están principalmente ubicados en el área de Ciencias Sociales, excepto los relacionados con ecosistemas, materiales y fuentes de energía (Cortés y Martínez, 2017; Delgado y Calonge, 2018).

Por otro lado, para conseguir una correcta alfabetización científica, la educación en ciencias debe incluir el desarrollo y la participación en las prácticas científicas (indagación, argumentación y modelización) (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017).

A nivel estatal y autonómico, existen estudios sobre la presencia de la geología en los contenidos de los currícula oficiales (Calonge y Juan, 2009; Delgado y Calonge, 2018; Martínez et al., 2015). Sin embargo, no existen estudios que analicen la presencia de las prácticas científicas en Ciencias de la Tierra. Por ello, en este trabajo, se presenta un análisis sobre cómo aborda el currículum de Educación Primaria las prácticas científicas en dicha área.

METODOLOGÍA

Se ha procedido a un análisis cualitativo en el curriculum oficial del País Vasco (BOPV, 2016) de los diferentes elementos descriptivos (objetivos, contenidos y criterios de evaluación e índices de logro) que se relacionan explícitamente con Ciencias de la Tierra.

Se han tenido en cuenta las diferentes operaciones que hacen alusión a las prácticas científicas (Tabla 1), incluyendo en las mismas las prácticas de indagación, modelización y argumentación (Jimenez-Aleixandre y Crujeiras, 2017), así como la comunicación y las prácticas técnico-manipulativas. Comunicar implica entre otras las siguientes actividades: escribir ciencia, hablar sobre ciencia, leer sobre ciencia y representar ideas científicas Osborne (2014). Asimismo, las prácticas técnico-manipulativas (uso de brújula y GPS, manejo de planos, mapas, etc.) están asociadas a la indagación (Couso, 2015).

Para la definición de las diferentes operaciones relativas a las prácticas científicas se ha llevado a cabo una adaptación de la propuesta de Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017) basada en NRC (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal y como indican previamente varios estudios (Martínez et al., 2015; Cortes y Martínez, 2017; Delgado y Calonge, 2018), al analizar el curriculum estatal y algunos curricula autonómicos, se observa que también en el curriculum oficial de primaria del País Vasco, los contenidos relacionados con Ciencias de la Tierra no son explícitos en la competencia científica y se encuentran principalmente localizados en la competencia social y cívica, concretamente en la asignatura de ciencias sociales.

En la competencia social y cívica los objetivos de etapa están definidos para toda la etapa de primaria y tanto los contenidos como los índices de logro están subdivididos en dos ciclos: 1er y 2º ciclo, que a su vez, se articulan en 4 bloques de conocimiento (bloque 1A: contenidos comunes a todas las competencias, áreas y materias; bloque 1B: contenidos comunes a todos los bloques de esta área o materia; bloque 2: el mundo en el que vivimos y su conservación; bloque 3: vivir en sociedad; y bloque 4: las huellas del tiempo). Para este trabajo se han analizado los bloques 1 y 2 ya que los bloques 3 y 4 no tienen relación con las ciencias de la Tierra.

Tras este primer reconocimiento del curriculum oficial del País Vasco en educación primaria respecto a las Ciencias de la Tierra, se procede al análisis de las prácticas científicas en los citados bloques de la competencia Social y Cívica (Tabla 1).

Indagación

Respecto a la práctica de la indagación, se han identificado tres operaciones clave en las secuencias de indagación del aula de primaria: observar, analizar y tratar la información (búsqueda, identificación y almacenamiento de información, entre otras).

La operación observar se encuentra únicamente en 2 ocasiones (incluyendo también el término percepción), ambas correspondientes al bloque 2 (el mundo en que vivimos y su conservación): i) en los indicadores de logro del segundo ciclo: "Observa, identifica, y explica la composición de las rocas ..."; y ii) en los contenidos del primer ciclo: "Percepción y descripción de algunos elementos y fenómenos naturales: las estrellas...". Es más frecuente la operación analizar, que se encuentra en 7 ocasiones, tanto en los objetivos como en criterios de evaluación e indicadores de logro de los bloques 1 y 2. También se ha incluido la operación denominada por las autoras como tratamiento de la información, que es mayoritaria en cuanto a frecuencia en la práctica de la indagación (36 ocasiones), aunque se encuentra principalmente en los apartados relativos a los contenidos comunes relacionados con las competencias básicas transversales comunes a todas las áreas y materias del currículum (bloque 1A), lo que conlleva que sea el profesorado quien incluya la operación en procesos de indagación.

Tabla 1. Operaciones referidas a las prácticas científicas de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación e índices de logro de los bloques 1, 2 y3 (B= bloque; P.V.= contenidos concretos)

	Operaciones	Objetivos	Contenidos							Criterios de evaluación indicadores de logro			
			Ciclo 1			Ciclo 2			P.V.	Ciclo 1		Ciclo 2	
			B1A	B1 B	B 2	B1A	B1 B	B 2		B1	B2	B1	B2
Indagación	Tratamiento de la información: buscar, seleccionar, analizar...	2	7	2	-	7	2	-	-	8	-	8	-
	Observar, percibir	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
	Analizar	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
	Planificar y realizar proyectos	-	2	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-
	Identificar problemas y plantear interrogantes	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Investigar o resolver interrogantes	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Evaluar lo planificado y reflexionar	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Argumentación	Argumentar (justificar, discutir, emitir explicaciones, razonar)	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	Evaluar idoneidad de la información	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	Valorar críticamente	2	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
	Diferenciar, clasificar y establecer relaciones	1	3	-	-	3	-	-	2	-	8	-	16
Modelización	Expresar el modelo: identificar	4	-	-	1	-	-	1	4	-	20	-	20
	Expresar el modelo: describir	-	4	-	1	4	-	-	-	-	9	-	15
	Expresar el modelo: explicar representar	3	1	1	-	1	1	1	-	1	20	-	22
	Usar el modelo	2	1	-	3	-	-	1	-	-	-	-	1
	Crear ideas	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Formular hipótesis y predicciones	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Comunicación	Comunicar oralmente o mediante una presentación	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	5	2
	Presentar resultados conclusiones o informes	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
	Utiliza vocabulario del área	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
	Utilizar y leer el lenguaje textual y gráfico	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Técnico-manipulativas	Conocer y usar instrumentos	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
	Utilizar herramientas digitales	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	Manejar mapas, planos, fotografías aéreas etc...	-	-	1	1	-	1	1	1	-	4	4	13
	Utilizar brújula y GPS	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
	Medir	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Se han identificado también 4 operaciones con posible carácter indagatorio en el caso de que el profesorado las aplique como tales. Dos de ellas se refieren a plantear interrogantes y resolverlos, ambas localizadas en los objetivos. El planteamiento de preguntas investigables es el primer paso en las secuencias de indagación, ya que a partir de ellas se genera conocimiento científico (Sanmartí y Márquez, 2012); es en la etapa de primaria, además, cuando el profesorado debe hacer hincapié en que sean los propios alumnos y alumnas quienes formulen dichas preguntas (Hinojosa y Sanmartí, 2017). Sin embargo, en el curriculum la operación se refiere

al “contexto geográfico, social e histórico”, con lo que no queda claro si está relacionado con el área de las Ciencias de la Tierra. Lo mismo ocurre con la operación resolver interrogantes y problemas. Las otras dos operaciones con posible carácter indagatorio se refieren a planificar y realizar proyectos y evaluar lo planificado y desarrollar propuestas de mejora, y se encuentran ambas en el bloque 1A. Sin embargo, una vez más parece que queda en manos del profesorado aplicar dichas operaciones en un contexto de indagación, ya que no se hace referencia al carácter de los proyectos, es decir, no se especifica que sean procesos de investigación. Incluir una operación en el bloque de contenidos transversales a todas las áreas del curriculum (Bloque 1A) y omitirla en contenidos y criterios de evaluación podría conllevar el riesgo de que el profesorado no la aplique en el área específica de las Ciencias de la Tierra, si bien existe una única excepción en los indicadores de logro del bloque 2, correspondientes al primer ciclo: “… realiza una sencilla investigación sobre los principales tipos de contaminación atmosférica.”. No obstante, dicho indicador parece promover más una búsqueda en la bibliografía que un proyecto de investigación.

Las autoras consideran que los apartados del curriculum analizados no promueven una actividad científica indagatoria en las Ciencias de la Tierra. Operaciones clave como observar son casi inexistentes, y se echan en falta operaciones como experimentar-manipular, recoger datos (Mosquera et al., 2017) y trabajos de campo fundamentales en la enseñanza en Ciencias de la Tierra. Además, operaciones tan importantes como el planteamiento de preguntas investigables o la planificación de la investigación en el aula parecen en general depender de la interpretación que el profesorado realice del curriculum.

Argumentación

En lo que se refiere a la práctica de la argumentación, se ha identificado la propia práctica de argumentar (incluyendo el término justificar) en ambos ciclos, aunque únicamente en el bloque de contenidos comunes transversales a todas las materias (bloque 1A). Este mismo bloque también incluye la operación “evaluación de la idoneidad de las fuentes de información y de la misma información”, que constituye uno de los pasos fundamentales de la argumentación. Es por ello que las autoras consideran que, al igual que ocurre en ciertas operaciones referidas a la indagación, recae de nuevo en manos del profesorado su aplicación en las temáticas referidas a las Ciencias de la Tierra. También se ha incluido la operación valorar críticamente como parte del proceso argumentativo, situada en los objetivos de etapa, en el bloque 1A y citada una vez en los criterios de evaluación del bloque 2, refiriéndose, en general, a la conservación del mundo en el que vivimos.

Además, se han encontrado operaciones de argumentación consideradas por las autoras como de nivel elemental tales como diferenciar, clasificar o establecer relaciones. Estas se encuentran repartidas en los diferentes bloques analizados, habiendo contabilizado un total de 33 operaciones.

Por tanto, en lo que se refiere a argumentar en temáticas de las Ciencias de la Tierra, el curriculum impulsa más operaciones de nivel básico, como clasificar, en las que el alumnado se inicia en la Educación Infantil (Achurra et al., 2018), que las propias operaciones propias de la argumentación: usar e identificar pruebas, extraer conclusiones , ya que algunas como la propia operación de argumentar son inexistentes en el bloque relacionado con las Ciencias de la Tierra; y otras como usar e identificar pruebas son inexistentes en todos los apartados analizados.

Modelización

Respecto a la modelización, la gran mayoría de operaciones identificadas (145) se refieren a la expresión del modelo mental por parte del alumnado. Así, son frecuentes en los apartados analizados operaciones como explicar, describir e identificar. Esto promueve el aprender modelos ya dados, proceso de modelización contemplado por Justi y Gilbert (2002), así como el utilizar dichos modelos para describir y explicar fenómenos (Schwarz et al., 2009). Se han identificado dos operaciones más: la primera de ellas, denominada por las autoras “usar el modelo”, referida a tomar hábitos y comportamientos relacionados con el respeto y cuidado

del mundo en el que vivimos; la segunda, "creación de ideas", encontrada una vez en el bloque 1A, que podría aplicarse a la modelización, si es referida por el profesorado a la creación de nuevos modelos (Justi y Gilbert, 2002).

En consecuencia, las autoras consideran que en la modelización como práctica científica existen ausencias notables de operaciones como construir, revisar y evaluar modelos (Justi y Gilbert, 2002). Explicar y describir fenómenos en las Ciencias de la Tierra son solo una parte del proceso de la modelización, quizás el más elemental, y es esperable que el alumnado de primaria desarrolle una progresión, con desafíos de complejidad creciente (ausentes en el curriculum).

Por último, asociado a la modelización existe un proceso, también considerado como paso fundamental en los procesos de indagación: la formulación de hipótesis o predicciones. Esta operación (incluyendo la formulación de conjeturas) se ha encontrado en dos ocasiones en la parte del curriculum analizada: i) en los objetivos, referida al "contexto geográfico, social e histórico"; y ii) en los contenidos del bloque 2, correspondientes al segundo ciclo: "El tiempo atmosférico. Medición y predicción", lo cual no acarrea necesariamente que el alumnado realice una predicción.

Comunicación y prácticas técnico-manipulativas

En cuanto a la comunicación, se cita sobre todo en los indicadores de logro del bloque 1, resaltando especialmente la operación comunicar oralmente o mediante una representación, que en dos ocasiones está directamente relacionada con el bloque 2. Se echan en falta operaciones como participar en discusiones y debates.

En lo referente a las técnicas manipulativas, se encuentran claramente presentes, adquiriendo especial importancia el manejo de mapas.

CONCLUSIONES

En conclusión, a pesar de que en la caracterización de los bloques de contenidos se hace referencia a la práctica de la indagación: "… sabiendo integrar los diferentes contenidos en torno a la experimentación, investigación, trabajos de campo, salidas, visitas, observación directa... y el uso de tecnologías de la información y comunicación" (pág. 196), las autoras consideran que el resto de los apartados no incluyen las operaciones básicas que sustentan el típico ciclo de las 5Es (Bybee, 1997) o las secuencias de indagación más sencillas denominadas POE (predict-observe-explain; White y Gunstone, 1992). En lo referente a la argumentación y modelización, las operaciones encontradas con mayor frecuencia son de nivel elemental (argumentación: diferenciar, clasificar o establecer relaciones; modelización: describir, explicar), impidiendo así una progresión de la etapa infantil (Achurra, Zamalloa y Uskola, 2018) a primaria en dichas prácticas científicas. Por todo ello, las autoras consideran que se ha podido producir una descontextualización del área de las Ciencias de la Tierra como ciencia experimental en el aula de primaria, alejándola de las prácticas científicas propias de la etapa. Es decir, al situar los contenidos de las Ciencias de la Tierra en la competencia social y cívica y desvincularla de la competencia científica, es probable que las Ciencias de la Tierra pierdan su naturaleza en cuanto a prácticas científicas, debido quizás a su difícil encaje e integración en la asignatura de Ciencias Sociales, con la que comparte operaciones como búsqueda de información o argumentación pero que, aun así, no contempla las prácticas científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achurra, A., Zamalloa, T. y Uskola, A. (2018). ¿Qué prácticas científicas se abordan en el currículum oficial del País Vasco para la etapa de infantil?. *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 703-708. Eds: Martínez Losada y García Barrios. A Coruña: Universidade A Coruña.

Bybee, R. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices. Portsmouth, NH: Heinemann.

Decreto 237/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Infantil y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco. Vitoria-Gasteiz, 15 de enero de 2016, núm. 9, pp. 1-50.

Delgado, J. y Calonge, M.A. (2018). Estudio de la presencia de la Geología en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *26(2)*, 154-162

Fermeli, G.; Meléndez, G.; Calonge, A.; Dermitzakis, M.; Steininger, F.; Koutsouveli, A. et al. (2011). Geoschools: innovative teaching of Geosciences in secondary schools and raising awareness on geoheritage in the society. En E. Fernández-Martínez, y R. Castaño de Luis (eds.). Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España. *Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España)*. León: Área de Publicaciones, Universidad de León, pp. 120-124

Hernández, M.J. (2006). Panorámica actual sobre las prácticas de geología en el ámbito escolar. *Alambique*, *47*, 30-37.

Hinojosa, J. y Sanmartí, M. (2017). Indagando en el aula de ciencias: primeros pasos. *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 535-542. Badajoz: Universidad de Extremadura/Ápice.

Jiménez-Aleixandre, M. P. y Crujeiras B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En K. S. Taber, B. Akpan (Eds.), Science Education (pp. 69-80). New Directions in Mathematics and Science Education. SensePublishers, Rotterdam.

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, *24(4)*, 369-387.

Mosquera, I. M., Puig, B. y Blanco, P. (2017). Las prácticas científicas en el currículum y formación del profesorado de infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, *nº extraordinario*, 2171-2176.

Orion, N. y Liberkin, J. (2014). Earth System Science Education. Handbook of research on science education.N.G. Lederman y S.K. Abell (Eds.). 481-496. New York, Routledge.

Pedrinazi, E. (2001). Cómo funciona la Tierra: una perspectiva sistemática. *Alambique: Didáctica de la Ciencias experimentales*, *27*, 47-47.

Sanmartí, N. y Márquez, C (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, *70*, 27-36.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46(6)*, 632-654. https://doi.org/10.1002/tea.20311

White, R.T. y Gunstone, R.F. (1992). Probing Understanding. Great Britain: Falmer Press.

P.36 Elaboración de un juego de mesa educativo para la enseñanza-aprendizaje de los riesgos naturales: "España en riesgo"

Daniel León-Osta, Mercedes Vázquez-Vílchez, Alicia Fernández-Oliveras

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
mmvazquez@ugr.es

RESUMEN

Los desastres naturales son el resultado de fenómenos naturales extremos y suelen afectar a sectores importantes de la población. Sin embargo, esta presenta un escaso conocimiento de los factores que los causan y de los mecanismos para su mitigación. En este trabajo se presenta la elaboración de un juego de mesa educativo destinado a inducir una mejor comprensión y concienciación sobre los riesgos naturales, tanto en los estudiantes de Educación Secundaria como en la ciudadanía en general. Al ser un juego de tipo colaborativo, quienes participan han de actuar en equipo luchando por un mismo objetivo, lo que promueve las relaciones comunicativas y de producción de conocimiento colaborativo. El juego cuenta con 29 retos que persiguen, mediante la participación activa, que jugadores y jugadoras amplíen su conocimiento científico sobre cómo y por qué ocurren las geoamenzas, y su prevención.

Palabras clave: aprendizaje basado en juegos; juegos educativos; juegos de mesa; riesgos naturales, desastres naturales

INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales son causados por peligros geofísicos, hidrológicos, meteorológicos, biológicos, o climatológicos (Guha-Sapir, Below y Hoyois, 2016; Guha-Sapir, Hoyois y Below , 2014). Entre ellos se incluyen los eventos causados por terremotos, volcanes, huracanes, tsunamis, inundaciones, incendios y movimientos en masa. Los desastres naturales suelen tener efectos devastadores y duraderos sobre las sociedades, las economías y la humanidad.

En España, podemos destacar numerosos desastres naturales ocurridos en los últimos años. El terremoto de Lorca (Murcia) en 2011 causó 9 víctimas mortales y 324 heridos. Además, los daños materiales fueron millonarios (Navarro, Altozano y Ruis, 2011). La riada en el camping de Biescas (Huesca) en 1996 provocó 87 víctimas mortales (García-Ruiz et al., 2004). El incendio de Cortes y Andilla (Valencia) en 2012 supuso un total de área quemada de 48.500 hectáreas, un piloto falleció y dos personas resultaron heridas en las labores de extinción (Simón y Vázquez, 2012).

En este trabajo se presenta el prototipo de un juego educativo de mesa de carácter colaborativo destinado a ampliar conocimientos sobre los desastres naturales, estimular la búsqueda de información y contribuir a realzar sentimientos de responsabilidad y autoeficacia. Durante el juego los y las participantes afrontan retos que afectan a su conciencia, tanto a nivel cognitivo como afectivo. A medida que interaccionan entre sí pueden mostrar diferentes perspectivas, generar sentimientos potencialmente opuestos y/o desencadenar aspectos complementarios.

MARCO TEÓRICO

Percepción del riesgo

Existen numerosas investigaciones que han intentado explicar el proceso por el cual las personas responden a señales ambientales o a las advertencias transmitidas socialmente sobre los peligros y desastres naturales (ej. Mileti y Sorensen, 2000; Tierney, Lindell y Perry, 2001). Estas investigaciones coinciden en la influencia social, la persuasión, la toma de decisiones, las relaciones entre actitud y comportamiento, la acción protectora y las formas en que la comunicación de los riesgos pueden influir en la respuesta inmediata a los desastres naturales y a peligros a largo plazo. Los elementos pertinentes de estos diferentes enfoques están englobados en el Modelo de Decisión de Acción de Protección (PADM) (Lindell y Perry, 2012).

El PADM identifica cinco medidas básicas que la ciudadanía debe reflexionar antes de decidirse a tomar medidas de protección: 1) Conocer si existe algún riesgo real al que se deba prestar atención en un contexto medioambiental determinado; 2) Conocer qué debemos hacer contra esos riesgos; 3) Reflexionar sobre qué podemos hacer para protegernos; 4) Determinar qué opción de las que conocemos da la mejor protección y 5) Conocer cuando tenemos que tomar medidas de protección.

Además, existen otros factores que determinan la respuesta de las personas ante un riesgo natural, como son el sentimiento de autoeficiencia y el afectivo. Autoeficiencia se define como “la creencia en la capacidad de las personas para organizar y ejecutar la acción requerida para producir determinados logros” (Bandura, 1997, p.3). De esta manera, las personas que se sienten con una mayor autoeficiencia son capaces de traducir sus conocimientos en comportamientos. Por otro lado, el sistema afectivo actúa de forma independiente del cognitivo. En este sentido, la comunicación de los riesgos naturales suelen darse de forma cognitiva, es decir, informando a la ciudadanía de un determinado riesgo. Sin embargo cuando las consecuencias de un desastre pueden ser experimentadas de forma visual, evocando reacciones afectivas, la percepción del riesgo aumenta (Slovic, Finucane, Peters y MacGregor, 2006).

Aprendizaje basado en juegos

Cada vez resulta más evidente la necesidad de un cambio en la educación, a fin de desarrollar nuevas metodologías atractivas y motivadoras para el alumnado, haciéndolo protagonista, para que de esta manera considere los contenidos como punto de partida y no como punto de llegada en el proceso de construcción del conocimiento (Aparici y Silva, 2012). Teniendo en cuenta esto y que mediante la enseñanza tradicional perduran muchos conceptos erróneos en las materias científicas (ej. Francek, 2013), resulta interesante introducir los juegos como material didáctico, ya que son un elemento potenciador de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Así, cuanto más entretenido sea el juego, mayor será el grado de motivación del alumnado y por lo tanto mayor será la asimilación del conocimiento (Victoria, Utrilla y Santamaría, 2017).

Existen numerosos juegos que abarcan contenidos científicos con éxito, como por ejemplo el desarrollo sostenible (Liarakou, Sakka, Gavrilakis y Tsolakidis, 2012; Victoria et al., 2017) o el cambio climático (Ouariachi, Olvera y Gutiérrez, 2017; Wu y Lee, 2015; Pérez-Fernández, Vázquez-Vílchez y Fernández-Oliveras, 2019). El juego de mesa elaborado, destinado a ampliar el conocimiento sobre los riesgos naturales, es de tipo colaborativo. Es decir, es un juego en el que los y las participantes juegan en equipo y luchan por un mismo objetivo, creando así relaciones comunicativas y de producción de conocimiento colaborativas, donde todos y todas aprenden entre si, siendo el diálogo y la participación dos de sus motores principales (Aparici y Silva, 2012).

ELABORACIÓN DEL JUEGO DE MESA EDUCATIVO "ESPAÑA EN RIESGO"

El juego propuesto está basado en el juego colaborativo comercial "La Isla Prohibida" (Selinker, 2011). El juego "España en Riesgo" (Figura 1) es un juego colaborativo de 2 a 4 personas (siendo lo ideal 4 personas), en el que jugadores y jugadoras tienen que trabajar en equipo para recuperar cuatro tesoros y poder huir antes de que el tablero, que representa a España, sea destruido. Los tesoros son: la fauna, la flora, el medio físico y la población humana. Los y las participantes deben de resolver retos y diseñar estrategias para salvar los tesoros y escapar de España que está afectada por distintos riesgos naturales. El juego presenta un *marcador de riesgos naturales*, el cual indica el número de desastres naturales que ha sufrido España durante el juego, que dependerá de los retos fallados por los y las componentes del equipo. Los retos superados satisfactoriamente, suponen una acumulación de puntos que quedan registrados en el *marcador de puntos*, que podrán ser intercambiados por recompensas facilitadoras del juego.

Figura 1. Prototipo del juego "España en Riesgo" con sus componentes: losetas del tablero y tesoros (centro), colección de retos, mazos de riesgo y prevención (izquierda), marcadores de riesgos naturales y puntos (derecha)

El tablero representa a España mediante 24 losetas que los desastres asociados a los riesgos naturales más importantes ocurridos en nuestro país. Por un lado, la loseta muestra una imagen de la región sin afectar por un riesgo en concreto, y por el otro, una imagen de la misma región donde se muestran los resultados devastadores posteriores al evento. En el caso de los terremotos se han representado los de Lorca (Murcia) en 2011, Albolote (Granada) en 1956, Arenas del Rey (Granada) en 1884 y de Melilla en 2016. Las erupciones volcánicas tratadas han sido las de Taguro (El Hierro) en 2011, Teneguía (La Palma) en 1971, San Juan (La Palma) en 1949 y Chinguero (Tenerife) en 1909. Respecto las inundaciones hemos utilizado las de Málaga en 2016, Valencia en 1957, Terrasa (Barcelona) en 1962 y la Riada del Camping de Biescas (Huesca) en 1996. Los movimientos de masa usados han sido el desprendimiento de carreteas de Asturias en 2018, la avalancha de rocas en el Túnel de Somport (Aragón) en 2014, la solifluxión de Arostegui (Navarra) en 2013 y el deslizamiento de ladera de Alcañiz (Aragón) en 2017. Los incendios tratados son los de Minas de Riotinto (Huelva) en 2004, de Cortes y Andilla (Valencia) en 2012, la Gomera (Canarias) en 2012, de Sant Mateu de Bagues (Cataluña) en 1998. También se han introducido en el tablero del juego los tsunamis en Cádiz y Huelva (Analucía) en 1755 y en Santa Eulária (Baleares) en 2003.

Por último, hemos introducido dos losetas representando la sequía de España en 2017 y otra del cambio climático, para hacer hincapié en la relación existente entre el cambio climático y otros riesgos naturales. La Figura 2 muestra ejemplos de las losetas del tablero elaboradas.

Figura 2. Ejemplos de las dos caras de las losetas del juego. La imagen con fondo naranja (derecha) es la cara de la loseta que representa la zona de España afectada por un riesgo natural y la imagen con fondo azul es la otra cara de la loseta, que representa la misma zona antes de ser afectada por el riesgo natural

El juego consta de dos tipos de cartas: las del *mazo de riesgo* y del *mazo de prevención*. El *mazo de riesgo* cuenta con 24 cartas que representan los riesgos naturales que aparecen en las losetas del juego. En estas cartas se da información más detalla de los desastres humanos y económicos relacionados con cada uno de los riesgo representados en las losetas (Figura 3). Cuando los jugadores y las jugadoras roban las *cartas de riesgos* deben girar la loseta correspondiente a su lado afectado por el riesgo y, de esta forma, van perdiendo movilidad a través del tablero. El *mazo de prevención* consiste en 20 *cartas de tesoros* (5 de cada tipo), 3 *cartas de huida en avión*, 3 *cartas del riesgo sube*, 3 *cartas de gestión de riesgos* y 29 *cartas de retos*.

Las *cartas de retos* consisten en actividades relacionadas con los riesgos naturales que los y las participantes deben de resolver trabajando en equipo. Cada participante debe robar en cada turno 2 cartas del *mazo de prevención* y tantas *cartas de riesgo* como el nivel del *marcador de riesgo* indique (niveles inicial y avanzado). Las cartas de cada participante son visibles para todos y todas los demás, de tal forma que en grupo deben de diseñar estrategias para salvar los tesoros. Los tesoros pueden ser salvados cuando un jugador o una jugadora ha reunido las 4 cartas del mismo tesoro y su peón está en la loseta marcada para tal efecto. Cuando a un jugador o una jugadora le sale una *carta de riesgo* se debe incrementar el nivel del *marcador de riesgo*. Los y las participantes pierden la partida si llegan al máximo nivel en el marcador y no han conseguido aún salvar todos los tesoros.

Figura 3. Ejemplos de cartas del mazo de riesgo. A la izquierda, información del terremoto de Lorca en 2011 y, a la derecha, de la Inundación de la ciudad de Málaga en 2016

En líneas generales, se han desarrollado retos en los que se debe buscar la solución a un problema planteado. Hay retos basados en hacer simulaciones, corregir modelos mentales, interpretar y analizar información, identificar imágenes, debatir y elaborar un producto. Como no todos presentan la misma complejidad, han sido clasificados en tres categorías de acuerdo con la taxonomía de Bloom (Krathwohl y Anderson, 2009) asignándoles diferente puntuación de recompensa: Recordar y/o comprender (1 punto), aplicar y/o analizar (2 puntos) y evaluar y/o crear (3 puntos).

Los retos abordan conocimientos disciplinares sobre los riesgos naturales y medidas para su prevención y mitigación. Por ejemplo, en un reto se plantea qué pasaría si todos los volcanes erupcionaran a la vez, incluyendo el visionado de un vídeo y formulando preguntas como: ¿Cuántos volcanes crees que hay activos en el mun-

do?; ¿Qué efectos tendrían los materiales expulsados por los volcanes?; ¿Cómo afectaría a los seres vivos?. En otro reto, proporcionando un texto como punto de partida, se propone buscar explicaciones al alto riesgo de inundación

en Andalucía y métodos para prevenirlo . En algunos retos también se afronta la problemática ambiental derivada de las actividades humanas, ya que la enseñanza formal no incide, en general, en las creencias y actitudes del alumnado hacia el medioambiente (Jaén y Barbudo, 2010).

El juego propuesto trata los contenidos de los riesgos naturales y la problemática ambiental relacionada con el cambio climático de forma integrada, para poner de manifiesto las consecuencias que pueden tener las actividades humanas en el funcionamiento del sistema Tierra. Además de potenciar la dimensión afectiva de los y las participantes, se trata de que comprendan cómo el cambio climático está relacionado con algunos riesgos naturales, como sequías, incendios e inundaciones. El fin es que jugadores y jugadoras mejoren sus conocimientos sobre los riesgos naturales, su percepción del riesgo, autoeficiencia y responsabilidad.

CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

El juego "España en Riesgo" es un juego colaborativo que pretende ampliar los conocimientos sobre riesgos naturales del estudiantado de secundaria y también de la ciudadanía en general. Concretamente, este juego pretende que los jugadores y las jugadoras desarrollen conocimientos tanto a nivel cognitivo como afectivo.

En futuros trabajos, ampliaremos esta investigación, realizando un estudio de validación del juego elaborado a fin de analizar la motivación, usabilidad y la eficiencia del aprendizaje. Emplearemos cuestionarios de usabilidad y de motivación y, para evaluar la eficiencia del aprendizaje, tomaremos los criterios propuestos por Cremers et al. (2014), que permitirán estudiar modificaciones en la construcción de conocimiento, la percepción del riesgo, la responsabilidad y la autoeficacia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad de Granada la financiación del proyecto de investigación PPJI2018-06 y los proyectos innovación docente PID18-363 y PID19-67. También expresamos nuestro agradecimiento por el apoyo financiero al grupo de investigación HUM-613 de la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

Aparici, R. y Silva, M. (2012). Pedagogía de la interactividad. Comunicar, 38, 51-58.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The Exercise of Control. New York, Estados Unidos: Freeman and Company.

Cremers, A., Stubbé, H., Beek, D., Roelofs, M. y Kerstholt J. (2014). Does playing the serious game BSaFe! make citizens more aware of man-made and natural risks in their environment?. Journal of Risk Research, DOI: 10.1080/13669877.2014.919513

Francek, M. (2013). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. International Journal of Science Education, 35(1), 31-64.

García-Ruiz, J. M., White, S., Martí-Bono, C., Valero, B., Errea, M.P. y Gómez-Villar, A. (2004). La avenida del barranco de Arás y los riesgos hidrológicos en el Pirineo central español. En J.L. Peña, L.A. Longares y M. Sánchez (Eds.). Geografía física de Aragón. Aspectos generales y temáticos (pp 131-40). Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza e Institución Fernando el Católico.

Guha-Sapir, D., Below, R. y Hoyois, P. (2016). EM-DAT: international disaster database. Bruselas: Universit Catholique de Louvain. Recuperado de https://www.emdat.be/.

Guha-Sapir D, Hoyois P. y Below. R. (2014). *Annual Disaster Statistical Review 2013:The Numbers and Trends*. Bruselas: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED. Recuperado de http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2013.pdf

Jaén, M. y Barbudo, P. (2010). Evolución de las percepciones medioambientales de los alumnos de educación secundaria en un curso académico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 247-259.

Krathwohl, D. R. y Anderson, L. W. (2009). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, Estados Unidos: Longman.

Liarakou, G., Sakka, E., Gavrilakis, C. y Tsolakidis, C. (2012). Evaluation of serious games, as a tool for education for sustainable development. *European Journal of Open, Distance and E-Learning (Special issue)*, pp. 96-110.

Lindell M.K. y Perry R.W. (2012). The Protective Action Decision Model: Theoretical Modifications and Additional Evidence. *Risk Analysis*, *32*(4), 616-632. DOI: https://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01647.x

Mileti, D. S. y Sorensen, J.H. (1987) Why people take precautions against natural disasters. En Weinstein N. (Ed). *Taking Care: Why People Take Precautions* (pp. 296–320). New York, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Navarro, S., Altozano. M. y Ruis, J. (12 de mayo de 2011). Más de la mitad de los edificios evaluados no pueden ser ocupados todavía. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/elpais/2011/05/12/actualidad/1305188217_850215.html

Ouariachi, T., Olvera, M.J. y Gutiérrez, J. (2017). Evaluación de juegos online para la enseñanza y aprendizaje del cambio climático. *Enseñanza de las ciencias*, 35(1), 193-214. DOI: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2088

Pérez-Fernández, B, Vázquez-Vílchez, M. y Fernández-Oliveras, A. (2019). A Proposal for Global-Change Education based on an educational board game: A Planet on the Abyss. *SHS Web Conferences*, *ERPA International Congresses on Education 2019 (ERPA 2019)*, *66*, 1-8. DOI: https://doi.org/10.1051/shsconf/20196601029.

Selinker, M. (2011). *The Kobold Guide to Board Game Design*. Kirkland, Washington, Estados Unidos: Open Design.

Simón, F, y Vázquez, C. (30 de junio de 2012). El fuego arrasa miles de hectáreas en los incendios de Cortes y Andilla. El País. Comunidad Valenciana. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/ccaa/2012/06/29/valencia/1341002506_619197.html

Slovic, P., Finucane, M.L., Peters, E. y MacGregor, D.G. (2006). The Affect Heuristic. En S. Lichtenstein and P. Slovic (Eds.), *The Construction of Preference* (pp.434–453). New York, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Tierney, K., Lindell, M.K. y Perry, R.W. (2001). *Facing the Unexpected: Disaster Preparedness and Response in the United States*. Washington DC: Joseph Henry Press. DOI: https://doi.org/10.17226/9834.

Victoria, R., Utrilla, S. A. y Santamaría, A. (2017). Aprendizaje basado en juegos. Una alternativa viable para la enseñanza significativa de la sustentabilidad. *Revista Electrónica sobre Educación Media y Superior*, 4(7).

Wu, J.S. y Lee, J.J. (2015). Climate change games as tolos for education and engagement. *Nature Climate Change*, *5*(5), 413-418.

P.37 ¿Qué saben l@s estudiantes de ciencias sobre la comunicación científica? El caso del alumnado de Biotecnología en la Universidad de Almería

Juan Francisco Mota Poveda, Fabián Martínez-Hernández, Esteban Salmerón Sánchez, Antonio Jesús Mendoza Fernández, Francisco Javier Pérez García, María Encarnación Merlo Calvente

Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. jmota@ual.es

RESUMEN

La comunicación científica (CC) es uno de los pilares de la Ciencia. Esta investigación nace de la premisa de que cualquier estudiante universitario de ciencias debe estar familiarizado con ella desde que inicia sus estudios. Sin embargo, la experiencia demuestra lo contrario. El objetivo de esta investigación fue poner de manifiesto las principales deficiencias del alumnado universitario de ciencias en relación con aspectos básicos de la CC y tratar de paliarlos mediante una intervención didáctica. Para evaluar los resultados se empleó un cuestionario con la metodología pretest, intervención didáctica y postest, a alumnos del grado de Biotecnología de la Universidad de Almería. Los resultados obtenidos en el pretest reflejaron un desconocimiento casi absoluto por parte de los encuestados sobre la CC. Tras la intervención didáctica casi todos los ítems considerados mejoraron.

Palabras clave: artículo científico, intervención didáctica, revisión por pares, revista científica, Scopus.

INTRODUCCIÓN

La investigación científica consiste en proporcionar nueva información o interpretaciones sobre hechos, relaciones o leyes, apoyada en datos comprobables, así como técnicas novedosas que permitan generarlas, en cualquier ámbito cosmológico y de la naturaleza. Este proceso de investigación es llevado a cabo por científic@s, que invierten su tiempo, esfuerzo y los recursos que se les proporcionan en tratar de hacer avanzar a la ciencia. Dado que a l@s científic@s se l@s conoce y reconoce por su trabajo, su objetivo es siempre dar a conocer sus resultados (Gopen y Swan, 1990) acuciados por una doble escala: la temporal, lo antes posible, y la espacial, a todo el mundo si es factible. Por lo tanto, y de acuerdo con el método científico, los resultados de las investigaciones tienen que publicarse y someterse así al juicio y crítica del resto de la comunidad científica. Aunque existe también un canal informal para la transmisión de esta información, que tiene que ver con lo que se suele llamar la divulgación científica, la difusión formal de la ciencia se hace a través de documentos especializados. Así pues, l@s científic@s no sólo tienen que generar nueva información científica, sino que tienen que presentarla por escrito, empleando no sólo el lenguaje común adaptado a cada rama del saber, sino utilizando símbolos, fórmulas y ecuaciones.

Si se hace un somero repaso histórico al tipo de documentos a los que recurrió la ciencia para comunicar sus avances, emerge en primer lugar el libro. Se pueden mencionar varios casos célebres que cambiaron por completo nuestra percepción del mundo. Entre estas obras magnas pueden mencionarse *De revolutionibus orbium coelestium* de Copérnico, *Sidereus nuncius* de Galileo o *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, más conocidos como los *Principia*, de Newton. Y todavía estamos digiriendo las consecuencias del *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Sin embargo, ya en los tiempos de Darwin existían otras vías para la CC, como las revistas cuyo origen se remonta al siglo XVII. El vértigo con el que empezaron a producirse los nuevos conocimientos dejó a los libros en un segundo plano a favor de las revistas científicas periódicas, con mayor capacidad para adaptarse a esta nueva situación. Junto con los libros y revistas, los congresos y publicaciones asociadas a los mismos (libros de resúmenes o *proceedings*) completan el panorama de los canales para la transmisión de nuevos conocimientos. Nadie duda que, hoy en día, las revistas científicas constituyen el principal medio de comunicación de información científica.

El artículo científico es la presentación escrita de una investigación que se publica en revistas académicas especializadas. Se trata, por lo tanto, del elemento primordial de la CC. Aunque no es el único, es el más valorado, debido a que casi todas las revistas desarrollan un proceso de evaluación (*peer review*) que está orientado a seleccionar y cribar las aportaciones que se remiten. La principal diferencia, tanto con un capítulo de libro como con una comunicación a un congreso es que, en general, estos últimos no se han sometido a un proceso de evaluación tan riguroso como el que sufren los artículos científicos antes de ser publicados. Por lo tanto, es fundamental conocer dentro del proceso de la CC la revisión por pares, sobre todo si se quieren entender y contextualizar los avances científicos y entender las características y singularidades de la propia ciencia (Slafer, 2009). En este sentido, las publicaciones científicas se utilizan para divulgar la información con el fin de que otr@s científic@s de la misma disciplina puedan ser capaces de repetir los experimentos llevados a cabo en la publicación y además evaluar las observaciones que se hacen sobre estos (Council of Biology Editors, 1968; Day, 1998). De esta manera las revistas científicas de cualquier ámbito se han convertido en el modo más eficaz y comúnmente utilizado para comunicar los descubrimientos novedosos y hacerlo con éxito (Méndez Iglesias, 2010; Ornelas et al., 2015; Rodríguez González et al., 2016; Castro Rodríguez et al., 2018; Rauschenbach et al., 2018; Trevorrow y Martin, 2020).

De todo lo expuesto hasta aquí se desprende que cualquier científic@, incluso en su periodo formativo, debe conocer a la perfección todos los aspectos relacionados con la CC (Ornelas et al., 2015; Rodríguez-González et al., 2017; Castro-Rodríguez et al., 2018; Rauschenbach et al., 2019). Sin embargo, esta investigación parte de la idea de que ese no es el caso del alumnado de ciencias en las universidades españolas y que supone un aspecto que ineludiblemente debería ser mejorado en el caso de que sea así. Para tratar de buscar un acerca-

miento y diagnóstico más fundamentado a esta cuestión, y a partir de las oportunidades que nos proporciona una dilatada experiencia docente, se plantea esta investigación con el alumnado de ciencias de la Universidad de Almería (UAL).

OBJETIVOS

Establecer el grado de conocimiento que tienen l@s alumn@s del grado de Biotecnología en su segundo año como universitari@s de la UAL sobre la CC y los canales que emplean.

Evaluar el grado de mejora de ese conocimiento después de haber llevado una intervención didáctica relacionada con bases de datos bibliográficas y la consulta de artículos científicos.

Analizar los resultados y proponer mejoras en el caso de que se consideren necesarias.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos descritos, se empleó una metodología pretest-postest (Apéndice 1) entre la que se intercaló una intervención didáctica. La intervención didáctica se llevó a cabo en el aula de informática y consistió en una exposición sobre cómo se escribe un artículo científico detallando su estructura y las características de cada una de ellas: título, autores, resumen o *abstract*, palabras clave o *keywords*, introducción, objetivos, material y métodos… Durante esta exposición, apoyada en una presentación *power-point* y enlaces con diversas plataformas bibliográficas, se le mostró al alumnado que un artículo científico tiene una estructura más o menos común, aunque existen algunas variaciones entre revistas y disciplinas. Esta estructura fue presentada al alumnado como un molde en el que encajar la información obtenida de la investigación de forma que se facilite a las lectoras y a los lectores no sólo la información relevante, sino la comprensión de la misma. Además de las partes de un artículo científico, también se les expusieron diversos conceptos relacionados, como la importancia de las citas bibliográficas, la clara influencia que estas tienen en el índice de impacto de una revista o el índice h. Un aspecto clave fue describir la denominada revisión por pares o *peer review*. Estos mismos conceptos también fueron implementados tanto en el pretest como en el post-test que se les realizó al final de la intervención didáctica (Apéndice 1). El cuestionario que se empleó recogió información sobre varios aspectos básicos: 1.- a través de qué medios seguían los avances científicos, 2.- si se consideraban científicos o científicas por estar cursando su grado, 3.- si usan con frecuencia los recursos bibliográficos on-line de la biblioteca de la UAL, 4.- si conocían la plataforma *Scopus*, 5.- cuál es el canal más habitual de la CC, 6.- qué es exactamente el índice de impacto de una revista, 7.- si un artículo científico respondía siempre más o menos a una misma estructura, 8.- en qué cuartil preferían publicar sus artículos científicos y, además, 9.- debían definir correctamente qué era la revisión por pares.

Estos resultados (curso 2019-20) fueron comparados con los de otros cursos, dado que el mismo cuestionario se pasó al alumnado de años precedentes (2016-17, 2017-18 y 2018-19), pero sólo el pretest. El total de alumnas y alumnos encuestados en 2019-20 con pretest-postest fue de 47, a los que hay que sumar los 169 estudiantes de las 3 promociones anteriores (56, 60 y 53).

Por otra parte, cada estudiante tuvo que desarrollar búsquedas bibliográficas en las plataformas *Scopus* (2020) y *Journal Citation Reports* (2020), disponibles *on-line* a través de la biblioteca de la UAL, y presentar los resultados de ésta. Para ello se les proporcionaron unas palabras clave y se les ofreció una ficha con los diferentes ítems que debieron completar (apéndice 2). El propósito de esta actividad fue, además de que se familiarizaran con los recursos bibliográficos on-line, que se acercaran a conceptos relacionados con los que ya se han mencionado como las diferentes partes que componen la estructura de un artículo o la importancia del número de citas.

Tanto la metodología pretest-postest como el cuestionario son de elaboración propia.

RESULTADOS

1.- A través de qué medios siguen los avances científicos

En este caso el cuestionario ofreció para elegir varias alternativas que no eran mutuamente excluyentes, de manera que el alumnado podía seleccionar varias opciones. La más señalada fue siempre la de la web/internet con porcentajes cercanos al 90%. En el caso del curso 2019-20 el porcentaje fue superior al 86% y no hubo diferencias entre el pretest y el postest. En muy pocos casos las personas encuestadas manifestaron seguir los avances de la ciencia por otros medios como las revistas divulgativas o los periódicos y prácticamente ningún estudiante manifestó hacer uso de revistas científicas.

2.- Si se consideraban científicos o científicas por estar cursando su grado

La mayor parte de l@s estudiantes encuestados se consideraron científic@s a pesar de encontrarse en segundo curso del grado. Solamente el alumnado de la primera promoción de Biotecnología (curso 2016-17) respondieron mayoritariamente mostrándose en desacuerdo con esta idea (casi el 80%). En contraste, el resto de los cursos se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo en considerarse científic@s con un porcentaje mayor o igual al 90%. Esta percepción se dio también en el caso del alumnado de 2019-2020 y reforzaron esta idea en el pretest, ya que en este caso el porcentaje se situó por encima del 96%.

3.- Si usan con frecuencia los recursos bibliográficos on-line de la biblioteca de la UAL

En este caso las respuestas fueron más dispares, de manera que según los cursos casi entre un 25 y un 55% del alumnado manifestó usar con frecuencia los recursos on-line de la biblioteca. En el pretest del alumnado de 2019-2020, este porcentaje se situó en una posición intermedia (31,9%) mientras que en el postest aumentó algo este porcentaje (35,7%). No obstante, el número de discentes que manifestaron hacer uso de los recursos de la biblioteca fue casi el mismo.

4.- ¿Conoces *Scopus*?

A la vista de los precedentes, no es de extrañar que prácticamente ningún estudiante conociera la plataforma Scopus. En el caso del alumnado de 2019-20, ninguno manifestó conocer esta plataforma en el pretest, mientras que el postest no sólo todas las personas encuestadas afirmaron conocerla, sino que la definieron con precisión.

5.- ¿Cuál es el canal más habitual de la CC?

Es indiscutible que las revistas científicas suponen el principal canal de la CC, muy por encima de otras alternativas como libros o capítulos de libro, notas, cartas, editoriales, proceedings… De hecho, si se emplea la plataforma Scopus para responder a esta pregunta se comprobará que más del 80% de las referencias que contiene se refieren a artículos, de los cuales un 14% aproximadamente son de revisión. Sin embargo, el alumnado de Biotecnología considera con porcentajes que van del 75 al casi 90% que todos los canales son igualmente importantes. Para el alumnado del curso 2019-20 el porcentaje del pretest fue del 83% y sólo se redujo al 71,4% en el postest (figura 1).

6.- ¿Qué es el índice de impacto de una revista?

Con respecto a lo que es el índice de impacto de una revista, aunque alrededor de un 50% de l@s estudiantes creyeron conocer el concepto, prácticamente ninguna de ellas lo vinculó al número de citas y lo relacionaron más con la idea de ventas o repercusión social. En el caso del alumnado del curso 2019-20, ninguno se refirió al número de citas como argumento para explicar el índice de impacto en el pretest. Sin embargo, esta cifra casi alcanzó el 20% en el postest (figura 2).

7.- Si un artículo científico respondía siempre más o menos a una misma estructura

En este caso, la mayor parte de l@s estudiantes contestaron que casi todos los artículos científicos responden

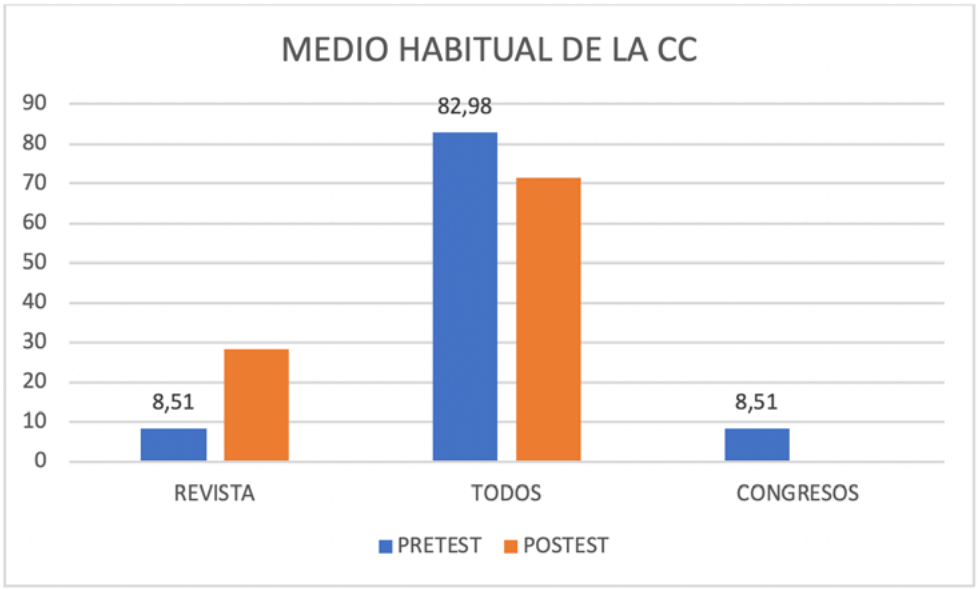
a una estructura más o menos similar, superando siempre el 60%. Para el caso del curso 2019-20 el resultado fue similar, justo el 60% en el pretest. En el postest la situación mejoró mucho y se alcanzó el 85%.

8.- En qué cuartil (Q) preferían publicar sus artículos científicos

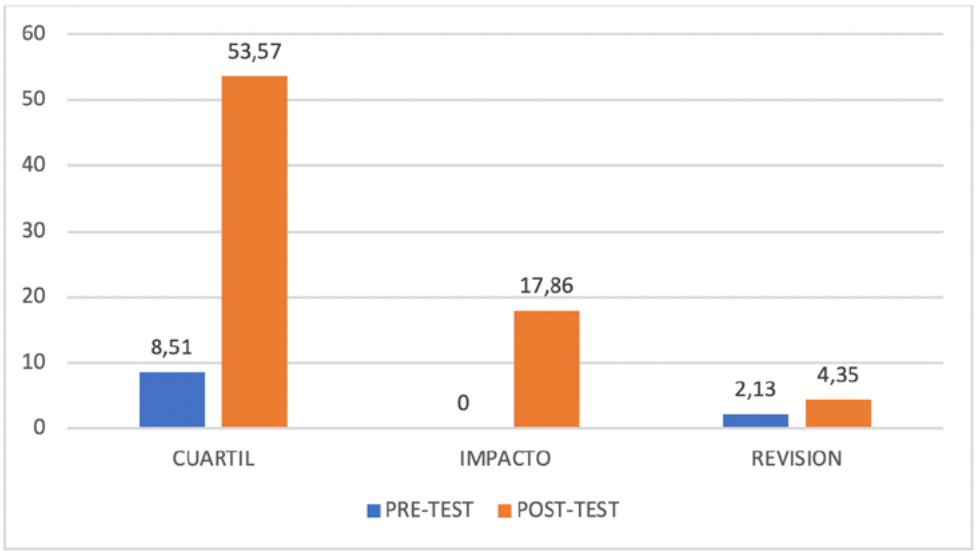
Con respeto a este ítem, una inmensa mayoría de l@s estudiantes mostraron su absoluto desconocimiento, mayor del 75% en todos los casos, pero casi siempre 10 puntos por encima de ese valor. Esto quedó también reflejado en el pretest para el alumnado de 2019-2020, ya que el 70% reconoció que no tenía ni idea del concepto. Este porcentaje superó ampliamente el 90% si se incluyen las respuestas incoherentes, i.e., elegir un cuartil diferente al primero. Sin embargo, en el postest ese último porcentaje quedó ligeramente por debajo del 50% (figura 2).

9.- Debían definir correctamente qué era la revisión por pares

Probablemente este sea uno de los conceptos más importantes, y difíciles, de comprender de todos aquellos



que se les plantearon a l@s estudiantes, aunque es parte esencial de la CC. En este caso el desconocimiento



por parte del alumnado alcanzó casi el 100% en todos los cursos. Sólo en el caso del grupo de 2019-20 este porcentaje no superó el 90%, dado que algunos alumnos y alumnas reconocieron que se trataba de una revisión, pero sin concretar la idea de que se lleva a cabo por personas igual de competentes que los que escriben

el artículo. Este elevado porcentaje de desconocimiento se redujo hasta el 60% en el postest, aunque sólo un 4.35% del alumnado ofreció una definición precisa del concepto (figura 2).

Figura 1. Porcentajes respuestas sobre el medio habitual que se emplea en la CC para el pretest y postest.

Figura 2. Porcentajes respuestas correctas en el pretest y posttest para las 3 de las preguntas planteadas al alumnado: en qué cuartil prefieren publicar (8), qué es el índice de impacto (6) y qué es la revisión por pares (9).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La intervención didáctica llevada a cabo puso de manifiesto un insólito desconocimiento de los aspectos básicos de la comunicación científica por parte del alumnado. De hecho, la única pregunta del cuestionario que respondieron todos en un porcentaje aceptable fue la que tuvo que ver con la estructura de un artículo científico. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, aunque mayoritariamente respondieron que los artículos científicos se ajustaban a una estructura determinada, cuando se les pidió que señalaran las diferentes partes de la misma, casi en ningún caso supieron describirla (datos no mostrados). Estos resultados son aún más dramáticos si se tiene en cuenta que mayoritariamente l@s estudiantes se definieron como científic@s, lo que contrasta claramente con la forma en la que tienden a seguir los avances de la Ciencia y el poco uso que hacen de los servicios on-line de la biblioteca. Al respecto, resultó sorprendente el desconocimiento que mostraron de lo que es una revista científica y los diversos aspectos relacionados con ella, como su índice de impacto, su clasificación por cuartiles o la revisión por pares. Todo ello síntomas evidentes de su falta de competencia con respecto a la CC.

La mayoría de estos aspectos mejoraron considerablemente con la intervención didáctica, aunque es evidente que existe margen de mejora sobre todo en relación con los aspectos más relacionados con la bibliometría. Sin embargo, no es éste el aspecto más preocupante, sino que tras la intervención didáctica no mejorara mucho más el uso de las plataformas on-line a pesar de haberse familiarizado con ellas y que no se avanzara más en relación con el concepto de revisión por pares, esencial para entender el progreso de la Ciencia. En el primer caso, en cuanto al poco uso de los recursos bibliográficos *on-line*, se debería insistir mucho más. Los resultados de esta investigación dejan muy claro que habría que desarrollar estrategias educativas que favorecieran las consultas de revistas científicas por parte del alumnado. En este sentido, dos estrategias complementarias nos parecen inexcusables. Una tendría que ver con formar a los estudiantes en CC, fomentado al menos una asignatura dedicada específicamente a esta materia. Es cierto que muchas universidades, y entre ellas la UAL, tiene cursos promovidos desde la biblioteca para enseñar el manejo de los recursos de información on-line, pero esto sólo es parte de la solución problema. No es suficiente para que l@s estudiantes comprendan cómo funciona la CC. La otra estrategia sería diseñar actividades relacionadas con la CC que implicaran, con un hilo conductor transdisciplinar, a diferentes asignaturas de la titulación en la que se fueran dando pequeños pasos para favorecer la comprensión de lo que es la CC. Para ello, sugerimos una estrategia que ya hemos ensayado: llevar a cabo un ejercicio que consista en que el alumnado, en solitario o mejor en grupo, tuviera que enfrentarse a la tarea de elaborar un artículo científico durante su periodo de formación. Sería preferible que se hiciera mucho antes de abordar su trabajo fin de grado y desde el inicio de sus estudios universitarios. Como ha demostrado esta investigación, una intervención puntual sólo consigue familiarizar ligeramente al alumnado con la CC. El hecho de incluir en los planes de estudio una asignatura sobre CC puede ayudar mucho a alcanzar este reto, nada favorecido por la actual estructura de los planes de estudios, que no dejan tiempo a l@s estudiantes para desarrollar las competencias relacionadas con un aspecto ineludible e imprescindible en su formación como científic@s: la CC.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al Grupo Docente de Innovación y Buenas Prácticas denominado "Biología de la Conservación" de la Universidad de Almería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro Rodríguez, Y., Sihuay-Torres, K. y Perez-Jiménez, V. (2018). Producción científica y percepción de la investigación por estudiantes de odontología. *Educación Médica*, 19(1), 19-22.

Council of Biology Editors. (1968). *Proposed definition of a primary publication*. Newsletter, Council of Biology Editors, noviembre de 1968, 1-2.

Day, R. A. (1998). *How to write & publish a scientific paper (fifth edition)*. Phoenix, AZ: The Orix Press.

Gopen, G. D. y Swan, J. A. (1990). The Science of scientific writing. *American Scientist*, 78, 550-558.

Journal Citation Reports (2020). https://jcr.clarivate.com/

Méndez Iglesias, M. (2010). *Cómo escribir artículos científicos. Manuales para naturalistas*. Valencia: Tundra Ediciones.

Ornelas, M., Blanco, H., Viciana, J. y Rodríguez, J. M. (2015). Percepción de autoeficacia en la solución de problemas y comunicación científica en universitarios de ingeniería y ciencias sociales. *Formación Universitaria*, 8(4), 93-100.

Rauschenbach, I., Keddis, R. y Davis, D. (2018). Poster development and presentation to improve scientific inquiry and broaden effective scientific communication skills. Journal of Microbiology and Biology Education, 19(1), 1-9.

Rodríguez González, D., Navarrete Reyes, M. C. y Hernández Parrado, K. K. (2016). Formación en comunicación científica de los estudiantes de licenciatura en Química mediante talleres de comunicación científica. *Revista Centro Azúcar*, 44(1), 61-69.

Slafer, G. A. (2009). ¿Cómo escribir un artículo científico? *Revista de Investigación en Educación*, 6, 124-132.

Scopus (2020). https://www.scopus.com/

Trevorrow, P., y Martin, G. E. (2020). How to write a research article for MRC. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 58(5), 352-362.

APÉNDICE 1. PRETEST Y POSTEST

1.- A través de qué medio sigues los avances científicos:

1.- Televisión y/o radio; 2.- Periódicos; 3.- Revistas de divulgación; 4.- La web / internet; 5.- Por lo que me cuentan; 6.- Por ninguno de los anteriores, no me interesan; 7.- Otros (especificar):

2.- Estoy estudiado una titulación universitaria de ciencias (Biotecnología) y, por lo tanto, me considero un/a científico/a (o por lo menos lo seré cuando acabe).

Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo

3.- Uso con frecuencia los recursos bibliográficos on-line de la biblioteca de la UAL

Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo

4.- ¿Conoces *SCOPUS*? ¿Qué es o en qué consiste? Explícalo brevemente.

5.- La comunicación entre científicos se da **principalmente** mediante:

a) Artículos científicos publicados en revistas.

b) Congresos, "meetings" o reuniones científicas

c) La publicación de libros

d) Todos los medios mencionados arriba son igual de importantes

6.- ¿Qué es el "índice de impacto" de una revista?

7.- Los artículos científicos casi siempre responden a una misma estructura (introducción, material y métodos, resultados, …):

a) en efecto, así es

b) pero qué dices, cada autor o autores lo plantea según su contenido; no hay un patrón rígido

c) no, eso sólo es para los capítulos de un libro si así lo impone el editor

d) ni idea, nunca he leído ninguno

8.- Si tuvieras que publicar, prefieres hacerlo:

a) en Q1 (cuartil 1); b) en Q2; c) en Q3; d) en Q4; e) ¿Quéeee?

9.- En qué consiste la "peer review". Explícalo

APÉNDICE 2. FICHA DE CONSULTA DE BASES DE DATOS BIBLIOGRÁFICAS

Base de datos usada: ***SCOPUS***

Palabras clave usadas:

Fecha de acceso:

Cuantos artículos has encontrado con esas palabras clave:

¿Cuántos de ellos son de revisión?

¿Cuál es el más citado?

¿Cuántos de ellos llevan esas palabras clave en el título? ¿Y al menos 1 de ellas?

¿Cuál es el más reciente que se ha publicado (o que está en vías de publicarse) según *SCOPUS*?

¿De qué año es la primera publicación?

¿En qué año se publicaron más artículos?

Cita algún artículo que te haya parecido interesante, pero al que no hayas podido acceder.

¿Has encontrado algún libro específico sobre la materia? Cítalo a continuación de acuerdo con el formato APA.

¿Qué país o países son los que más publican sobre este tema según *SCOPUS*?

¿Qué posición ocupa España?

¿Qué autor o autores son los que más publican sobre esta materia?

¿Has encontrado artículos sobre esta materia vinculados a la UAL?

Sugiere otras palabras clave para buscar información sobre la materia

¿Cómo has refinado tu búsqueda para encontrar los 10-12 artículos que finalmente te has "bajado" o intentado bajar?

¿Has accedido a otras bases de datos (Wiley, Science Direct, Springer, …) para bajarte alguno de esos artículos?

De los artículos que te has bajado o que has podido consultar ¿cuál o cuáles te ha interesado más? ¿Por qué?

A modo de abstract, resume en unas 250 palabras por qué es interesante para los científicos la investigación sobre el tema al que te han dirigido las palabras clave que has usado.

P.38 Importancia de la Educación para la Salud en maestros/as en formación de Educación Infantil

Diego Airado Rodríguez[1], Antonio Manuel Cordovilla Moreno[2], María Dolores Víctor Ortega[3]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. E-mail dairado@ujaen.es
[2]Hospital de Poniente. Almería
[3]Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada.

RESUMEN

La Educación para la Salud desempeña un papel clave en la Educación Infantil. En este escenario, es imprescindible desarrollar intervenciones educativas con los maestros de Educación Infantil para promover en ellos actitudes positivas hacia la Educación para la Salud. En este trabajo de investigación, se les preguntó a los maestros/as en formación de Educación Infantil acerca de sus hábitos nutricionales para hacerlos reflexionar sobre la importancia de la Educación para la Salud. Se pidió a los participantes que completaran un cuestionario relacionado con sus hábitos alimenticios. Se obtuvieron resultados prometedores sobre la percepción del alumnado sobre la importancia de la Educación para la Salud en Educación Infantil y la utilidad de los conceptos de nutrición trabajados en su desempeño futuro como maestros/as de Educación Infantil.

Palabras clave: Educación para la Salud, Educación Infantil, maestros/as en formación.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la investigación proporciona evidencias acerca de la importancia de trabajar la Educación para la Salud en edades tempranas. Por tanto, las escuelas de infantil, primaria y secundaria deben tener un plan de estudios planificado y secuenciado (Organización Mundial de la Salud, 2003). En la bibliografía se encuentran descritas experiencias satisfactorias sobre promoción de la salud llevadas a cabo en el colegio (Banet Hernández y López Ferrer, 2010; Núñez y Banet Hernández, 2000).

Por otro lado, como es sabido, es necesaria una duración adecuada de las intervenciones para que el alumnado asimile conocimientos y habilidades esenciales de Educación para la Salud que sean apropiados para el desarrollo y se afiancen año tras año. En este sentido, el desarrollo de la alfabetización en salud es esencial para que el alumnado adopte y mantenga comportamientos saludables y mejore la calidad de vida (Joint Committee on National Health Education Standards).

La Educación para la Salud proporciona al alumnado de Educación Infantil las habilidades y el conocimiento para tomar las decisiones correctas sobre la salud. Por lo tanto, la sociedad, la escuela, los padres y las empresas deben trabajar juntas en la misma línea para desarrollar políticas y procedimientos que aseguren un ambiente escolar saludable donde los niños/as estén protegidos. Es importante entender que la planificación exitosa de un programa escolar de Educación para la Salud requiere de la participación activa de la comunidad para garantizar que las expectativas y preocupaciones de la comunidad se aborden en el plan de estudios de Educación para la Salud de la escuela.

Un programa de Educación para la Salud de calidad debería incluir un plan de estudios secuencial que abarcara desde la etapa de Educación Infantil hasta la finalización de la Educación Secundaria. Un plan de estudios de Educación para la Salud que respalde una visión de niños sanos es el primer paso pa ra ayudar a todos los estudiantes a desarrollarse para dar lo mejor de símismos. Los ejemplos de pautas para considerar la implementación como parte de un plan de estudios integral de Educación para la Salud podrían incluir: de dos a tres horas semanales de intervención en cada grado de Educación Primaria, dos semestres de Educación para la Salud en Educación secundaria, Educación de Salud de rutina para reforzar las habilidades de los maestros en formación, y un plan de estudios que se basa secuencialmente e incluye las diez áreas de contenido de Educación para la Salud (Botvin et al., 1995).

Comenzar a enseñar temas relacionados con las Ciencias de la Salud desde la infancia no solo es posible, sino que debe fomentarse, ya que permite una estructuración muy temprana del proceso de aprendizaje basado en la evidencia y la promoción de estilos de vida saludables (Gortmaker et al., 1999).

En este escenario, uno de los principales objetivos del presente trabajo de investigación es hacer que los maestros/as en formación de Educación Infantil reflexionen sobre la importancia de la Educación para la Salud en las escuelas de Educación Infantil, ya que formar maestros/as responsables es el primer paso para la educación exitosa del alumnado en todos los campos, incluida la salud. Los maestros/as en formación de Educación Infantil recibieron nociones sobre nutrición y se les preguntó sobre sus propios hábitos nutricionales para permitirles detectar sus propios errores nutricionales. También se les preguntó sobre su percepción acerca de la importancia de la Educación para la Salud en Educación Infantil y la utilidad de los conceptos de nutrición trabajados en su futuro desempeño como maestros de Educación Infantil.

METODOLOGÍA

La muestra consistió en 207 maestros/as en formación de Educación Infantil, aunque fueron 205 los que emitieron su respuesta. Estos estudiantes estaban en el tercer año de su carrera universitaria, cursando la asignatura “Educación para la salud: aspectos didácticos y psicológicos”.

En el presente trabajo de investigación, se ha abordado la educación nutricional, como parte de la Educación para la Salud. Como se representa en la Figura 1, el alumnado primero recibieron unas sesiones teóricas sobre nutrición, que contienen los elementos detallados a continuación.

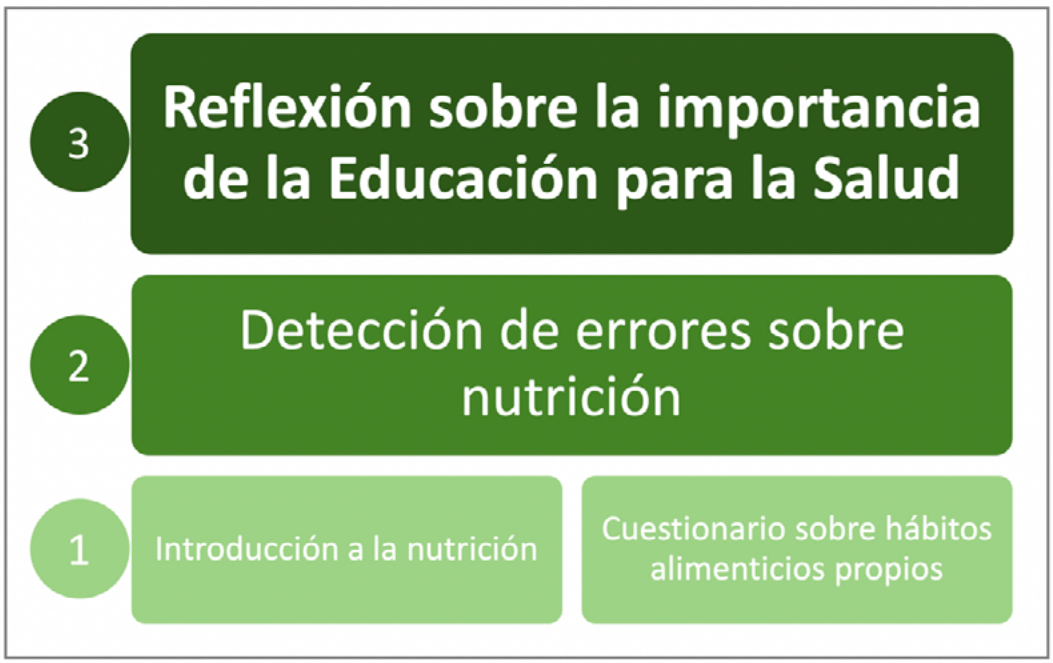


Figura 1. Etapas de la investigación llevada a cabo con maestros/as en formación de Educación Infantil.

Las sesiones sobre nutrición mencionadas anteriormente incluían los siguientes elementos:

- Introducción
- Composición de los alimentos
- Carbohidratos
- Lípidos
- Proteínas
- Minerales, Vitaminas, Agua
- El valor energético de los alimentos.
- El proceso de nutrición.
- Dieta equilibrada
- La pirámide alimenticia

Luego se les preguntó sobre sus propios hábitos de nutrición. Mientras respondían, pudieron detectar sus propios errores, según las nociones recibidas. Con este propósito, se incluyeron las siguientes preguntas en el cuestionario:

1. ¿Crees que el desayuno de tu dieta en un día normal te proporciona una cantidad adecuada de Kcal?

2. ¿Consideras que tu desayuno es saludable? ¿Le falta o le sobra algo?

3. ¿En qué aspectos crees que puedes mejorar tu dieta?

4. De acuerdo con tu dieta, ¿notas la diferencia en tu actividad diaria en los días que incorporas más alimentos ultraprocesados (por ejemplo, platos preparados, listos para calentar y consumir) que los días que consumes principalmente comida casera?

5. Finalmente, para hacer que los estudiantes reflexionen sobre la importancia de una Educación en Salud en etapas tempranas, se les pidió que respondieran también a las siguientes preguntas, de acuerdo con una escala tipo Likert del 1 al 4, donde "1" significa "nada" y "4" significa "completamente":

6. ¿Consideras que las actividades desarrolladas sobre la dieta fueron útiles?

7. ¿Consideras que estos conceptos se deben trabajar en el Grado de Educación Infantil?

8. ¿Crees que los conceptos trabajados en términos de alimentación serán útiles en tu futuro desempeño como maestro?

La herramienta Google Forms se utilizó para la implementación de cuestionarios y la gestión de las respuestas emitidas.

RESULTADOS OBTENIDOS

En este apartado se van a presentar los principales resultados obtenidos a partir de las respuesta del alumnado a las preguntas 5 a 7. Sin embargo, comenzaremos con un breve comentario acerca de las respuestas a las preguntas 1 a 4. Cuando se les preguntó a los estudiantes si consideraban que su desayuno era saludable con la ingesta correcta de calorías, se detectó, sorprendentemente, que más de la mitad de ellos aseguraban que su desayuno no era saludable ni les aportaba las calorías necesarias. En este sentido, la mayoría de los estudiantes que consideraron que su desayuno no era saludable, afirmaban que tomaron demasiados alimentos ultraprocesados. Por otro lado, cuando se les preguntó cómo podrían mejorar su dieta, un porcentaje importante de las respuestas incluían aspectos como aumentar la cantidad de frutas y verduras y aumentar la variedad en su alimentación.

Como se ha indicado anteriormente, los resultados presentados en esta sección se centran principalmente en los obtenidos para las preguntas 5 a 7, que, bajo nuestro punto de vista, juzgan la opinión del alumnado sobre la utilidad de los conceptos trabajados.

Pregunta 5: "¿Considera que las actividades desarrolladas sobre la dieta fueron útiles?"

Las respuestas del alumnado a esta pregunta se resumen en la Figura 2. Un total de 132 estudiantes de la muestra respondieron "completamente", lo que significa que el 64.4% de la muestra consideró útiles las actividades desarrolladas sobre nutrición. Por otro lado, 6 de los estudiantes consideraron que este tipo de actividades no eran lo suficientemente útiles para ellos.

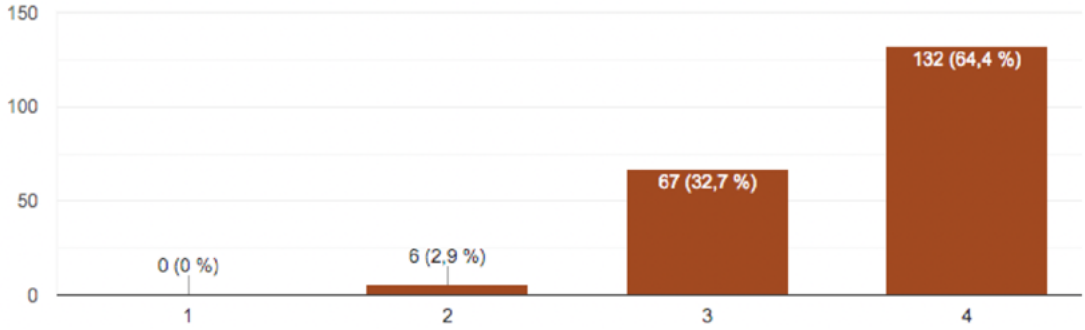


Figura 2. Distribución de las respuestas del alumnado a la Pregunta 5.

Pregunta 6: "¿Considera que estos conceptos deben trabajarse en el Grado de Educación Infantil?"

Los resultados de esta pregunta se resumen en la Figura 3. En este caso, 173 estudiantes consideraron que era necesario incluir estos conceptos para trabajarlos en el Grado de Educación Infantil, representando el 84.4% del total del alumnado. Por contra, solo 3 estudiantes expresaron que los conceptos relacionados con la Educación para la Salud no eran lo suficientemente importantes como para ser trabajados en el título universitario mencionado.

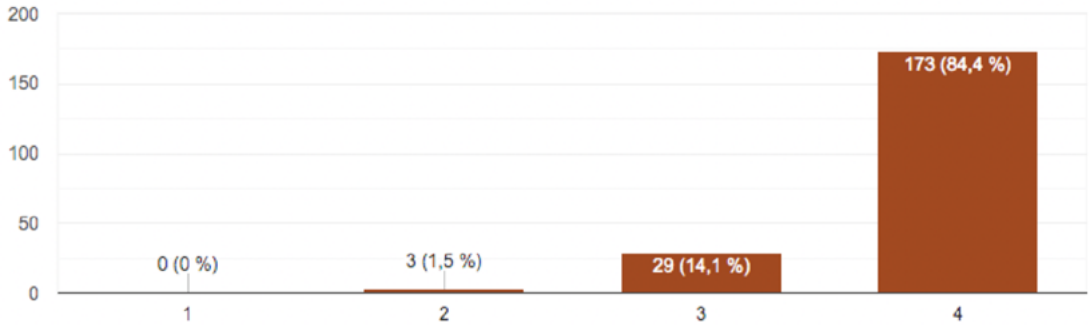


Figura 3. Distribución de las respuestas del alumnado a la Pregunta 6.

Pregunta 7: "¿Crees que los conceptos trabajados en términos de alimentación serán útiles en tu futuro desempeño como profesor?"

El 71.2% del alumnado confirmó que los conceptos relacionados con la dieta eran útiles para su futuro profesional. Solo 6 estudiantes consideraron que los conceptos de alimentación y salud no serán del todo útiles en su futuro trabajo. Es evidente que es necesario en el alumnado un cambio de idea, ya que se sabe que estos conceptos son clave para la Educación Infantil.

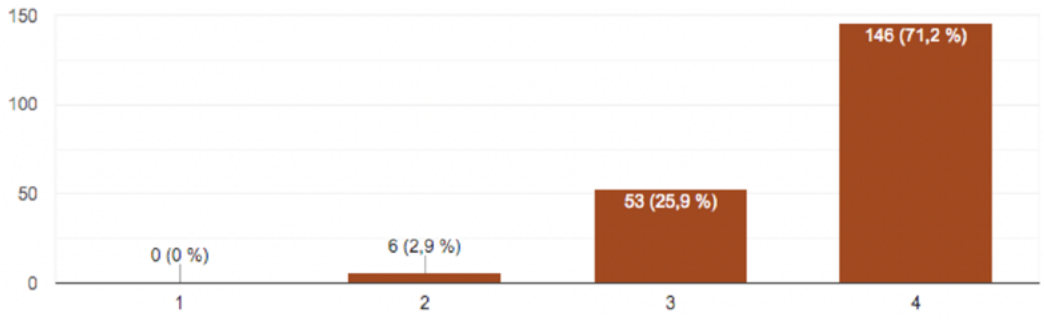


Figura 4. Distribución de las respuestas del alumnado a la Pregunta 7.

Finalmente, es necesario resaltar la importancia de considerar la opinión de los estudiantes sobre la Educación para la Salud, ya que, en última instancia, serán las personas responsables de aplicar esos conceptos y transmitirlos al alumnado de Educación Infantil.

CONCLUSIONES

En este estudio, se ha abordado la educación nutricional, como parte de la Educación para la Salud. En primer lugar, el alumnado recibió varia sesiones sobre nutrición. En segundo lugar, se les preguntó sobre sus propios hábitos nutricionales. Por último, para que el alumnado reflexionara sobre la importancia de una educación en salud en etapas tempranas, se le pidió que respondiera a una serie de preguntas.

Se obtienen resultados prometedores sobre la percepción del alumnado acerca de la importancia de la Educación para la Salud en Educación Infantil y la utilidad de los conceptos de nutrición trabajados en su futuro desempeño como maestros/as de Educación Infantil. Concretamente, el 64.4% de la muestra consideró útiles las actividades desarrolladas sobre la dieta y el 84.4% de la muestra consideró imprescindible la inclusión de los conceptos trabajados en el Grado de Educación Infantil. Siguiendo la misma línea, el 71,2% de la muestra consideró que los conceptos trabajados relacionados con la alimentación serán útiles en su futuro desempeño como docentes.

Por lo tanto, es necesario consolidar la preparación científica de los maestros en formación desde una fase muy temprana, así como alentar diferentes formas de cooperación e intercambio de buenas prácticas, teniendo en cuenta los diversos beneficios logrados con esas actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banet Hernández, E., y López Ferrer, C. (2010). ¿ Cómo mejorar el desayuno de los escolares de educación primaria?. *Investigación en la Escuela*, (71), 63-83.

Botvin, G. J., Baker, E., Dusenbury, L., Botvin, E. M., T. Diaz. T. 1995. Long-term follow-up results of a randomized drug abuse prevention trial in a white middle-class population. *JAMA*, 273(14), 1106-12.

Gortmaker, S. L., Peterson, R. D., Wiecha, J., Sobol, A. M., Dixit, S., Fox, M. K., Laird, N. 1999. Reducing obesity via a schoolbased interdisciplinary intervention among youth. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*, 153, 409-418.

Joint Committee on National Health Education Standards. Achieving health literacy: An investment in the future. *Atlanta, GA: American Cancer Society*. 1995.

Núñez, F., y Banet Hernández, E (2000). Aprender sobre la alimentación para desarrollar hábitos y actitudes saludables en el alumnado de primaria. Aula de innovación educativa, (92), 9-15.

World Health Organization. 2003. Information series on school health: Skills for health. Retrieved July 8, 2019 from http://www.who.int/school_youth_health/media/en/sch_skills4health_03.pdf

P.39 Proyecto para trabajar contenidos de física y química mediante la metodología ABP

Sandra Laso Salvador, Mercedes Ruiz Pastrana

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. E-mail: Sandra.laso@uva.es

RESUMEN

Se presenta una propuesta de intervención para una asignatura del Grado de Educación Primaria, mediante el planteamiento de un problema que tiene diferentes enfoques, indagando e investigando con la finalidad de incentivar el espíritu crítico y la motivación del alumnado y de promover un aprendizaje significativo.

Este trabajo se centra en ofrecer una metodología educativa basada en el Aprendizaje Basado en Problemas, usando como estrategia principal la cognición **situada y la V de Gowin como herramienta, para favorecer un aprendizaje significativo y a la vez promover el interés científico y social del alumnado. La implentación de esta propuesta metodológica se plantea en seis fases, siendo una intervención en forma de proyecto transversal.**

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas; aprendizaje significativo; cognición situada; diagrama V de Gowin.

INTRODUCCIÓN

Las aulas hoy en día presentan una serie de necesidades que se deben atender, ya que por un lado se deben adaptar las metodologías de enseñanza a una sociedad, cambiante contextualizar la materia, despertando la curiosidad natural de los alumnos (Sastre, 2018). Por otro lado, se debe crear un ambiente en el aula que promueva el aprendizaje activo, atendiendo a la diversidad y a las distintas aptitudes del alumnado.

Actualmente, son numerosas las evidencias que indican bajos índices de interés de los alumnos por materias científicas. En el trabajo de Solbes (2011), se expresa explícitamente que la Física y la Química se sitúan en la cola como materias de interés por parte del alumnado, considerando estas disciplinas aburridas y muy dificultosas. Este desinterés se puede explicar, considerando que, generalmente, la enseñanza se desarrolla descontextualizada del mundo que nos rodea sin entender la utilidad de dichos conocimientos mediante una aplicación práctica que relacione la ciencia con la realidad en nuestro entorno.

Por ello, este trabajo pretende abordar las problemáticas señaladas mediante el diseño de una propuesta de intervención educativa en forma de proyecto, dirigida a los alumnos del Grado de Educación Primaria, concretamente para trabajar contenidos de Física y Química en la asignatura Desarrollo Curricular de las Ciencias Experimentales, utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), que tienen la función de integrar contenidos y competencias con un enfoque contextualizado, a la vez que pretenden motivar, atender a la diversidad y promover actitudes activas del alumnado, en definitiva, que permita obtener un aprendizaje significativo en los alumnos (Savery y Duffy, 2001).

Las teorías constructivistas son la base de esta propuesta. Se parte de una situación contextualizada en el entorno próximo de los alumnos para la guía y la adquisición del conocimiento científico necesario, correspondiente al currículo de la asignatura. El uso de la metodología ABP permite integrar el uso de estrategias y herramientas metacognitivas útiles y en consonancia con estos objetivos, como son la cognición situada (Brown, Collins y Duguid, 1989) para plantear el problema base sobre el cual se trabajará, y el diagrama en V de Gowin (Gowin y Álvarez, 2005) para estructurar y complementar el aprendizaje y como herramienta de evaluación.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Aprendizaje basado en problemas

La metodología de ABP se centra en cómo el estudiante reformula y aplica la información que posee con situaciones reales y adquiere nueva información creando nuevas estructuras de conocimiento. *Barrows (1986) define al ABP como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos* (Servicio Innovación Educativa, 2008, p. 4).

Asimismo, sirviendo el docente como guía, *los estudiantes deben tomar la responsabilidad de su propio aprendizaje, identificando lo que necesitan conocer para tener un mejor entendimiento y manejo del problema en el cual están trabajando, y determinando dónde conseguir la información necesaria* (Morales y Landa, 2004, p. 147).

Las características principales en la aplicación de esta metodología se pueden resumir en (Servicio Innovación Educativa, 2008):

- Trabajo autónomo. El alumno es el responsable de su propio aprendizaje y por lo tanto debe lograr los objetivos marcados. El profesor actúa como guía.
- Trabajo en pequeños grupos (5-8 alumnos). Favoreciendo la gestión de pequeños conflictos y su responsabilidad en el logro de los objetivos marcados, dando lugar a un compromiso real y a la motivación de todos los integrantes del grupo.

- Interrelación entre las diferentes materias. Para la resolución de problemas, los alumnos deben recurrir a conocimientos ya adquiridos en distintas disciplinas académicas. Esta necesidad facilita una integración coherente del aprendizaje.

- Versatilidad. El ABP se puede utilizar en diferentes formatos, así como en muchas etapas de la educación.

En el proceso de desarrollo de la metodología ABP, el diseño constituye la base fundamental. La propuesta de intervención del presente trabajo, se basará en el modelo de 4x4 desarrollado en la Universidad de Alcalá por Alfredo Prieto y que se caracteriza por estar *organizado en cuatro fases: análisis, investigación, resolución y evaluación (AIRE)* (Arpí, et al., 2012, p. 16).

Cognición situada

La cognición situada es una estrategia vinculada a un enfoque sociocultural en el que el conocimiento es situado, es decir, forma parte de la actividad, el contexto y la cultura. Se utilizan estrategias para promover el aprendizaje significativo basadas en una enseñanza situada y experiencial (solución de problemas auténticos, análisis de casos, proyectos, simulaciones situadas, entre otros).

La cognición situada está basada en la conexión que el alumno hace entre el mundo que le rodea y el nuevo contenido a aprender, ofreciendo una construcción de significado a la vez que promueve la comprensión de la importancia de los conocimientos que adquiere en la vida cotidiana. Ambas implicaciones hacen de esta estrategia una herramienta muy útil para su aplicación en las aulas, en este caso concreto, en el formato de un aprendizaje que se centra en buscar una solución para problemas reales.

V de Gowin

La utilización del diagrama de Gowin (Gowin y Alvarez, 2005) como herramienta de análisis resulta de gran valor, ya que proporciona a los alumnos una herramienta que podrán utilizar en su trayectoria a lo largo de la vida.

El uso de esta herramienta de análisis gráfico potencia las habilidades estratégicas de orden superior (análisis, síntesis y evaluación de los materiales) y proporciona al estudiante la motivación intrínseca que surge de la construcción de conocimiento y la sensación de control sobre la información. Mediante su utilización se aprenden los conceptos en el contexto de la indagación, por lo que trabajar en torno a esta herramienta se puede considerar como un programa visual de indagación.

PROPUESTA EDUCATIVA

Objetivos y contenidos abordados

La presente intervención tiene como objetivo general promover la motivación de los alumnos de segundo curso del Grado en Educación Primaria en materia de ciencias, incidiendo en las competencias, actitudes y aptitudes que influyen en su proceso de aprendizaje significativo con el fin de obtener, por parte de todo el alumnado, los conocimientos necesarios, de forma contextualizada y cooperativa, a la vez que se promueve una actitud activa hacia la sociedad que les rodea. Este objetivo general se desglosa en seis objetivos específicos:

- Conocer el contexto social de la zona, averiguando qué empresas están activas en la actualidad y cuáles son sus acciones para minimizar los residuos, introduciendo el concepto medioambiental de residuos sólidos y líquidos.

- Conocer e investigar un problema real de una depuradora existente en la zona, para poder dar lugar a diferentes estudios y campos de investigación a llevar a cabo conjuntamente por toda la clase.
- Analizar los distintos tipos de tratamiento de aguas y las fases que los componen, para poder identificar posibles análisis del problema planteado a raíz de unas ideas previas de los estudiantes.
- Conocer diferentes magnitudes, técnicas y aparatos instrumentales propios de un laboratorio químico, así como máquinas simples de uso común en aplicaciones como el tratamiento de aguas.
- dentificar las fortalezas y las debilidades personales por parte de los estudiantes, para promover el cooperativismo y dar valor al grupo-clase.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje, comunicativas y socioafectivas, así como recursos para la adquisición, tratamiento y análisis de la información para mejorar las aptitudes y actitudes del grupo de alumnos.

Así, los contenidos que permite desarrollar la propuesta en consonancia con los objetivos señalados se agrupan en 6 fases de la siguiente manera:

- Fase 1: Introducción del problema. Contenidos: la investigación y la experimentación.
- Fase 2: Definición de proyecto. Contenidos: las teorías y los hechos experimentales, las controversias científicas y las diferencias que se presentan entre la ciencia y la pseudociencia.
- Fase 3: estudio 1ª problemática (mala sedimentación). Contenidos: la materia.
- Fase 4: estudio 2ª problemática (baja presión de aire). Contenidos: las interacciones en el mundo físico.
- Fase 5: estudio 3ª problemática (mal funcionamiento de los agitadores). Contenidos: energía.
- Fase 6: Conclusiones del proyecto.

Actividades

El proyecto se divide en seis fases, siendo las primeras cinco para trabajar los contenidos de la asignatura y una última para las conclusiones finales de proyecto. Se exponen a continuación las actividades a desarrollar en cada una de las fases:

- Fase 1. Introducción del problema. El objetivo general de esta fase es poder dar una introducción de todo el proyecto y de la manera en que se introducirán los contenidos dentro de éste. En esta fase se realizan las actividades descritas en la Tabla I:

Tabla I. Desarrollo de las actividades de la Fase 1

ACTIVIDAD	TIEMPO (HORAS)	EXPLICACIÓN

Introducción	3	Explicación del problema principal que deberá investigarse en el proyecto: las aguas de salida de la Estación Gestora de Residuos no cumplen los requisitos de vertido en los parámetros de DQO, Amonio y Coloración. Además, ha tenido un vertido incontrolado de espumas (Vulking) en la zona del reactor biológico.
Contexto	3	Conocimiento de ideas previas mediante un juego de rol: "Somos trabajadores del laboratorio de la depuradora". Para llevar a cabo este juego, el docente realiza una serie de preguntas que guían a los estudiantes a conocer, mediante búsqueda de información, los conceptos clave de esta fase. Resolución de dudas por parte del profesor, a nivel teórico, de los conceptos clave del Bloque de contenidos.
Visita	3	Visita guiada a las instalaciones de la depuradora. En esta visita, se profundizan sobre los aspectos tratados en el juego de rol.
Análisis		Análisis de toda la información obtenida. El docente guía a los estudiantes a analizar la información mediante preguntas.
Evaluación	1	Observación, por parte del alumnado, de los resultados de la rúbrica de evaluación realizada por el docente. Identificación de las fortalezas y valoración de las oportunidades de mejora para la siguiente fase.

- Fase 2. Definición del proyecto. El objetivo general de esta fase es definir todas las características del proyecto y de qué manera se organizará, se trabajará y se evaluará. En esta fase se realizan las actividades descritas en la Tabla II:

Tabla II. Desarrollo de las actividades de la Fase 2

ACTIVIDAD	TIEMPO (HORAS)	EXPLICACIÓN
Definición	2	Definición del proyecto. Se explica al alumnado cuáles son sus fases y cómo se va a desarrollar mediante agrupaciones rotativas. Definición de los grupos de trabajo, asignando las tareas que deben realizar en el desarrollo de las Fases 3, 4 y 5 del Proyecto.
V de Gowin	3	Introducción a la V de Gowin, dando información sobre qué es, para qué sirve y qué beneficios conlleva su realización. Se visualizan ejemplos de diagramas V de Gowin para facilitar su comprensión. Realización conjunta, de todo el grupo clase, de un diagrama V de Gowin, partiendo de la pregunta siguiente para realizar la investigación: ¿Un proyecto cooperativo de investigación tiene efectos positivos en el aprendizaje?

Agrupación	3	Formación de los tres grupos de trabajo. Concreción del orden de rotación que se seguirá para cada una de las siguientes tres fases.
Evaluación		Observación, por parte del alumnado, de los resultados de la rúbrica de evaluación realizada por el docente. Identificación de las fortalezas y valoración de las oportunidades de mejora para la siguiente fase.

- Fase 3. Estudio 1ª Problemática. El objetivo general de esta fase es definir una problemática real de una depuradora industrial para que los alumnos investiguen y saquen conclusiones. En esta fase se realizan las actividades de la Tabla III:

Tabla III. Desarrollo de las actividades de la Fase 3

ACTIVIDAD	TIEMPO (HORAS)	EXPLICACIÓN
Problema	3	Definición de la problemática: "¿Hay una mala sedimentación?". Realización de una lluvia de ideas previas sobre los conceptos de sedimentación, masa y volumen de la materia, densidades, propiedades de los materiales, tipos de mezclas y partículas de la materia. Introducción de un debate abierto sobre el resultado del Brainstorming, de manera grupal.
Contenidos	3	Diseño y realización en el laboratorio de la separación de una mezcla sencilla. Esta práctica tiene como finalidad la comprensión del concepto de sedimentación y cuáles son sus variables.
Proyecto	6	Definición de las tareas iniciales de los grupos de trabajo: - Coordinadores: crear cronograma, establecer orden de prioridades. - Investigadores: determinar información relevante - Redactores: crear V de Gowin
Exposición		Preparación de la exposición en formato A3 por parte de todo el grupo clase. Exposición, por parte de los Redactores, de la V de Gowin generada con la participación de todos los grupos. Realización de un debate abierto sobre los conceptos y el aprendizaje adquirido, identificando las dificultades encontradas para la resolución de la problemática de esta fase.
Evaluación		Observación, por parte del alumnado, de los resultados de la rúbrica de evaluación realizada por el docente. Identificación de las fortalezas y valoración de las oportunidades de mejora para la siguiente fase.

- Fase 4. Estudio 2ª Problemática. El objetivo general coincide con el de la fase 3. En esta fase se realizan las siguientes actividades:

Tabla IV. Desarrollo de las actividades de la Fase 4

ACTIVIDAD	TIEMPO (horas)	EXPLICACIÓN
Problema	3	Definición de la problemática: "¿Hay una baja presión de aire en el reactor biológico? Realización de una lluvia de ideas previas sobre los conceptos de tipo de fuerzas, su efecto, equilibrio y interacción, las máquinas simples, la presión y los movimientos, tipos y magnitudes. Introducción de un debate abierto sobre el resultado del Brainstorming, de manera grupal.
Contenidos	3	Diseño de una máquina de inyección de aire (soplante) de un reactor biológico. Esta práctica tiene como finalidad la comprensión de la utilidad de la presión, su magnitud, medición y efecto en la depuradora.
Proyecto	6	Definición de las tareas iniciales de los grupos de trabajo: - Coordinadores: crear cronograma, establecer orden de prioridades. - Investigadores: determinar información relevante - Redactores: crear V de Gowin
Exposición		Preparación de la exposición en formato A3 por parte de todo el grupo clase. Exposición, por parte de los Redactores, de la V de Gowin generada con la participación de todos los grupos. Realización de un debate abierto sobre los conceptos y el aprendizaje adquirido, identificando las dificultades encontradas para la resolución de la problemática de esta fase.
Evaluación		Observación, por parte del alumnado, de los resultados de la rúbrica de evaluación realizada por el docente. Identificación de las fortalezas y valoración de las oportunidades de mejora para la siguiente fase.

- Fase 5. Estudio 3ª problemática. El objetivo general coincide con el de la fase 3. En esta fase se realizan las actividades de la Tabla V:

Tabla V. Desarrollo de las actividades de la Fase 5

ACTIVIDAD	TIEMPO (HORAS)	EXPLICACIÓN
Problema	3	Definición de la problemática: "¿Los agitadores del reactor biológico funcionan correctamente? Realización de una lluvia de ideas previas sobre los conceptos de energía, tipos de energía, trabajo y máquinas, fuentes de obtención de energía, trasferencia en forma de calor o de luz y sonido, conservación y disipación de energía, medidas de sostenibilidad. Introducción de un debate abierto sobre el resultado del Brainstorming, de manera grupal.
Contenidos	3	Diseño de un agitador mecánico de tanque propio de un reactor biológico. Esta práctica tiene como finalidad la identificación las fuerzas implicadas, su energía potencial y cinética y la relación entre agitación y aumento de temperatura en el reactor.

Proyecto	6	Definición de las tareas iniciales de los grupos de trabajo: - Coordinadores: crear cronograma, establecer orden de prioridades. - Investigadores: determinar información relevante - Redactores: crear V de Gowin
Exposición		Preparación de la exposición en formato A3 por parte de todo el grupo clase. Exposición, por parte de los Redactores, de la V de Gowin generada con la participación de todos los grupos. Realización de un debate abierto sobre los conceptos y el aprendizaje adquirido, identificando las dificultades encontradas para la resolución de la problemática de esta fase.
Evaluación		Observación, por parte del alumnado, de los resultados de la rúbrica de evaluación realizada por el docente. Identificación de las fortalezas y valoración de las oportunidades de mejora para la siguiente fase.

- Fase 6. Conclusiones del proyecto. El objetivo general de esta etapa es poder extraer una conclusión de todo el proyecto transversal, identificando las virtudes y los defectos de su diseño y valorando los aprendizajes obtenidos. En esta fase se realizan las siguientes actividades:

Tabla VI. Desarrollo de las actividades de la Fase 6

ACTIVIDAD	TIEMPO (HORAS)	EXPLICACIÓN
Recordatorio	3	Definición de la problemática: "¿Los agitadores del reactor biológico funcionan correctamente? Realización de una lluvia de ideas previas sobre los conceptos de energía, tipos de energía, trabajo y máquinas, fuentes de obtención de energía, trasferencia en forma de calor o de luz y sonido, conservación y disipación de energía, medidas de sostenibilidad. Introducción de un debate abierto sobre el resultado del Brainstorming, de manera grupal. Recordatorio de la problemática general del proyecto: "Las aguas de salida de la Estación Gestora de Residuos no cumplen los requisitos de vertido en los parámetros de DQO, Amonio y Coloración, y también ha tenido un vertido incontrolado de espumas (Vulking) en la zona del reactor biológico". El docente guía al alumnado para que se cuestionen qué implica este problema. Valoración de las tres V de Gowin generadas en las fases de investigación.
Visita	3	Realización de una visita guiada a las instalaciones de la depuradora. De esta manera se profundiza en los conocimientos adquiridos con el proyecto.

V de Gowin	9	Realización por parte de cada alumno, de forma individual, de un diagrama V de Gowin para la problemática general, partiendo de la pregunta siguiente para realizar la investigación: "¿Porqué la depuradora no cumple los requisitos de vertido?".
Conclusión		Puesta en común de todas las V de Gowin, identificando y poniendo en valor las características diferenciales de cada una. Preparación de una exposición del proyecto, incluyendo una visión general de los objetivos, el trabajo realizado con el sistema cooperativo y las conclusiones obtenidas de la problemática general.
Valoración		Observación, por parte del alumnado, de los resultados de la rúbrica de evaluación realizada por el docente. Realización de un debate abierto sobre el proyecto. Identificación de las fortalezas y valoración de las oportunidades de mejora del proyecto.

CONCLUSIONES

Este trabajo pretende dar una visión diferente de cómo enfocar las clases de ciencias en el Grado de Educación Primaria, de manera cooperativa y considerando a los estudiantes como protagonistas de su propio proceso de aprendizaje.

La implementación de la propuesta presentada se integra en el desarrollo de la asignatura como el conjunto de actividades aplicadas al entorno real del estudiante que se irán realizando durante el periodo de impartición de la misma. La resolución de los problemas planteados evidenciará la necesidad de poseer conocimientos de las disciplinas científicas objeto de estudio y su utilidad para la vida real.

Las metodologías y estrategias propuestas promueven la motivación y el interés por el estudio de las ciencias evidenciando los beneficios que proporciona su aplicación práctica. La sistemática diseñada en la propuesta que se presenta podría ser implementada en otras áreas introduciendo una serie de modificaciones leves para adaptarse a los correspondientes contenidos.

Este tipo de proyectos y actividades que refuerzan las habilidades y competencias de los estudiantes permiten preparar a los alumnos como ciudadanos capaces de afrontar los retos actuales (Solaz-Portolés, López y López, 2011). Asimismo, el método de trabajo recogido en la propuesta presentada permite diferentes opciones de mejora que los alumnos pueden aplicar en distintos aspectos de su vida cotidiana, como son la capacidad de relacionar y sintetizar información, la adquisición de habilidades comunicativas y el respeto a las opiniones ajenas, así como el valor de grupo y comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arpí, C., et al. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Aula de Innovación Educativa*, 216, 14-18. Recuperado de http://web2.udg.edu/ice/doc/xids/aula_educativa_1.pdf

Brown, J., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18* (1), 33-42.

Gowin, D. B. y Alvarez, M. C. (2005). *The Art of Educating with V Diagrams*. New York. Cambridge University Press.

Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13 (1), 145-157. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/299/29901314.pdf

Servicio de Innovación Educativa (2008). *Aprendizaje basado en problemas. Guías rápidas sobre nuevas metodologías.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Sastre, G. (2018). *El aprendizaje basado en problemas* (Vol. 235004). Editorial Gedisa.

Savery, J. R. y Duffy, T. M. (2001). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework (CRLT Technical report No. 16-01). *Bloomington, IN: Indiana University* from http://java. cs. vt. edu/public/classes/communities/readings/Savery-Duffy-ConstructivePBL. pdf.

Solaz-Portolés, J. J., López, V. S. y López, Á. G. (2011). Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales.* Recuperado de https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2369/1925

Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?. *Alambique*, 67, 53-61. Recuperado de https://www.uv.es/jsolbes/documentos/Alambique_Solbes_2011.PDF

P.40 Google Earth como herramienta en la enseñanza del paisaje

Eugenia García y Elena García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas (Facultad de Educación-CFP, Universidad Complutense de Madrid).
E-mail: euggarci@ucm.es.

RESUMEN

Se presenta una actividad llevada a cabo con estudiantes del Master de Formación del Profesorado de Secundaria para trabajar el tema del modelado terrestre en la asignatura Didáctica de la Geología. Google Earth ha sido utilizado como herramienta de enseñanza que permite realizar excursiones virtuales y mostrar las formas del relieve más características de cada tipo de modelado. Esta aplicación de Google asegura llegar allí donde uno quiera, de forma inmediata y gratuita. Muchas formas del relieve se perciben en imágenes de satélite mejor que en imágenes convencionales, la capacidad de moverse, inclinar acercarse o alejarse, unido a la posibilidad de añadir información adicional que explique los procesos geológicos externos facilita enormemente el aprendizaje.

Palabras clave: paisaje geológico; modelado terrestre; Google Earth, MFPS.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

No es nada nuevo el que los estudiantes de Secundaria sienten cierta desgana por aprender Geología, dejando de lado los procesos geológicos internos (Tectónica de Placas, vulcanismo, etc.) el resto de temas les resultan aburridos. Es por ello que es necesario acercar la geología a los estudiantes de manera menos teórica y abstracta, más cercana a ellos, más divertida y motivadora, resaltando su aplicabilidad y la importancia de esta ciencia para la sociedad (Sanz, et al., 2016; Calonge, 2010; Pedrinaci, 2012).

Cada vez son más numerosos los trabajos en relación a proyectos didácticos o actividades en la Enseñanza tanto de la Educación Secundaria como en la Educación Universitaria en la que se aplican tecnologías de cartografía digital como Google Earth (GE) como herramienta que permite suministrar buenos ejemplos de formas del relieve y su relación con procesos geológicos (Fernández, Monterrubio, Nespereira y Santos, 2015; Valente, 2006; Martínez-Graña, Goy y Cimarra, 2013; Monet y Green, 2012; Jiménez, Pérez y Carrillo, 2014; Dolphin, Dutchak, Karchewski y Cooper, 2019; Bailey, Whitmeyer, y De Paor, 2012). La potencialidad de GE en la enseñanza de las Geociencias es enorme, presenta numerosas ventajas que lo hacen muy interesante desde un punto de vista docente: la posibilidad de compartir mapas con solo un enlace url (sin necesidad de software alguno), el uso desde cualquier dispositivo móvil pudiéndose realizar desde cualquier lugar que disponga de internet a lo que se une el poder trabajar de forma cooperativa entre los estudiantes para generar un proyecto común (Jiménez et al., 2014). La facilidad de uso y la posibilidad de viajar de forma inmediata y gratuita a cualquier lugar del globo, el poder añadir información extra (fotografías convencionales o tomadas en el campo, vídeos, texto explicativo, etc. es un añadido a la visión satelital de las formas del relieve que hace a GE ser una cada vez más recurrente herramienta de enseñanza.

En trabajos como McConnell et al. (2006), y Monet y Green (2012) se muestra cómo los estudiantes a menudo tienen dificultades para aplicar el conocimiento de los conceptos aprendidos en clase para interpretar procesos geológicos que han originado un paisaje, parecen compartimentar conceptos y procesos geológicos como fragmentos aislados de información. Les resulta muy complejo relacionar estos conceptos y fijarse en aquellos rasgos relevantes (formas de los valles, topografía 3D, etc.) que les permitiría interpretar cómo los procesos geológicos dan forma al paisaje. Trabajar con imágenes satelitales y GE mejora la comprensión de los procesos geológicos y mejora su capacidad para aplicar habilidades de pensamiento crítico y su aprendizaje se vuelve más significativo y relevante para sus experiencias cotidianas (Monet y Green, 2012).

El aprendizaje centrado en el estudiante es un aprendizaje fructífero mucho más que la instrucción tradicional dirigida por el profesor pues les hace comprometerse con su aprendizaje. En esa base Johnson, Lang y Zophy (2011) proponen 6 actividades para trabajar con GE con el fin de que el estudiante de forma autónoma busque evidencias de la Tectónica de Placas tales como la distribución de volcanes, fallas o zonas de subducción y profundizar en los procesos endógenos a partir de estos hallazgos.

Qiu y Hubble (2002) repasan las ventajas y desventajas más importantes de las excursiones virtuales en la enseñanza de las geociencias, entre las primeras destacan el que permite integrar imágenes de diferentes puntos de vista y datos variados (campo, biblioteca), son útiles para viajes a áreas inaccesibles, que pueden visitarse en repetidas ocasiones y que facilita las planificación de próximas salidas al campo reales. Sin embargo el material presentado en un ordenador es solo una abstracción de lo real por lo que hacer un viaje en un campo virtual no tiene el mismo impacto que un viaje de campo real, hay muchos detalles que facilitan la comprensión de los procesos geológicos y que solo se observan en los afloramientos en el campo. Es por esto que las excursiones virtuales no deberían sustituir a las excursiones reales sino usarse como complemento de ellas.

No obstante y dado que las excursiones al campo son cada vez menos frecuentes, por razones económicas y de organización las excursiones virtuales mediante el uso de las TIC se plantean como una interesante alternativa, es una manera sencilla de llevar el campo al aula (Lacreu 2017; Dolphin, Dutchak, Karchewski y Cooper, 2019; Bailey, Whitmeyer, y De Paor, 2012). Los profesores pueden crear un entorno de realidad virtual

que incluya infografías, diagramas, fotos 360º de afloramientos con Google Tour u otro material que ayude al alumno a entender la geología de una región de una forma más completa (Dolphin et al, 2012; Jitmahantakul y Chenrai, 2019). Existen estudios que indican que los resultados del aprendizaje mediante recorridos de campo virtuales con GE son alentadores (Treves y Engelbrecht, 2011; Johnson et al., 2011). Por otro lado este tipo de experiencias virtuales en la enseñanza produce una mayor motivación en el aprendizaje de los estudiantes (Granshaw y Duggan-Haas, 2012).

METODOLOGÍA

Se ha llevado a cabo con un grupo de 44 estudiantes de la asignatura Didáctica de la Geología del Máster de Formación del Profesorado (especialidad de Biología-Geología) durante el primer cuatrimestre del curso 2019/2020. El grupo estudio lo forman licenciados y graduados principalmente en Biología y Ciencias Ambientales.

Para trabajar el modelado terrestre la clase se repartió en 8 grupos que trabajarían los diferentes tipos de paisajes (glaciar, eólico, latitudes medias (principalmente fluvial), costero, volcánico, detrítico, cárstico y estructural). Se les propusieron una serie de formas del relieve características de estos diferentes paisajes aunque ellos libremente podía incluir otras; debían a nivel individual incluir una publicación en un mural colaborativo (padlet). Cada publicación del padlet tenía que incluir una fotografía característica y una descripción de la misma que incluyera su proceso de formación, como se puede observar en la figura 1.

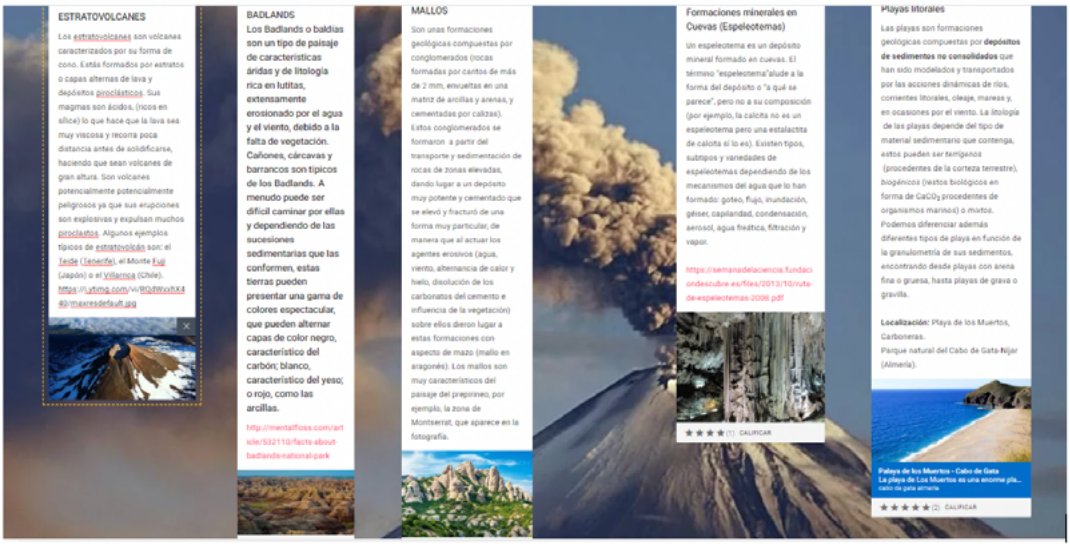


Figura 1. Ejemplo de publicaciones en el mural colaborativo (padlet)

De forma grupal debían realizar un vídeo cual si fuera una sesión de clase (no hay que olvidar que serán docentes) en la debían profundizar en los procesos geológicos que contribuyen el modelado en cuestión, con una breve introducción (p.ej. generalidades del modelado volcánico) e ilustrando la explicación al resto de la clase con imágenes, animaciones o esquemas. Se valoró tanto el rigor científico como las "destrezas" didácticas.

La actividad que se presenta en este trabajo forma parte de este tema del modelado terrestre o el paisaje geológico y pretende valorizar el uso de Google Earth (GE) como una importante herramienta de enseñanza-aprendizaje en este tema, pudiendo realizar excursiones virtuales que serán visitadas por otros compañeros.

Durante una sesión de clase se realizó un seminario para familiarizar al alumnado de algunas de las posibilida-

des de GE y el manejo de las herramientas de las que dispone. Al mismo tiempo se les planteó el objetivo principal de la actividad: enseñar geomorfología a partir de imágenes de satélite con GE. Uno de los principales requisitos al realizar rutas o excursiones con GE es que se localicen lugares que sean visualmente atractivos y que permitan fácilmente identificar aquello que se desea que observen los que la visitan. Es como realizar una visita guiada en la que nosotros no estamos presentes, por tanto hemos de prepararla de modo que el visitante tenga toda la información a su alcance de un golpe de vista. Lo primero es localizar un buen lugar que represente la forma del relieve que queremos mostrar, para tomar la instantánea que servirá de presentación se ha de buscar la perspectiva idónea, alejando o acercándonos (dependiendo de la escala que deseemos), rotando e inclinando a nuestro gusto. Una vez que se tiene en pantalla la imagen que se quiere mostrar se coloca el marcador en el lugar apropiado y se tomará la instantánea. Evidentemente el visitante posteriormente podrá moverse por el área si así lo desea antes de proseguir el viaje, haciendo zoom…

Cada grupo debía realizar una excursión virtual (fuera de las horas lectivas) que posteriormente se colgaría en el campus virtual y así ser visitada por el resto de la clase. Por tanto se dispone de 8 excursiones que incluyen al menos 15 localizaciones cada una de ellas y que representan todos los tipos de modelados. Debía incluir información adicional que permita aprender las características más importantes de la forma del relieve en cuestión y saber cómo se forma; esta información consta de un texto descriptivo y una imagen con perspectiva tradicional (no de satélite), links a vídeos, webs, etc.

RESULTADOS

Uno de los aspectos que ha sido evaluado en esta actividad es “la instantánea”, es decir la imagen que uno se encuentra cuando llega a una nueva localización. En la tabla 1 se presenta la rúbrica de valoración de la perspectiva de la imagen instantánea.

PUNTUACIÓN			
CRITERIO	**1**	**2**	**3**
PERSPECTIVA DE LA IMAGEN	Marcador mal situado. Imagen con el zoom incorrecto (demasiado lejos o demasiado cerca).	Marcador bien situado pero el zoom y la inclinación no es la más apropiada para percibir bien lo que se quiere mostrar.	Marcador correctamente situado y la inclinación y el zoom es el mejor de los posibles lo que permite de un golpe de vista ver de forma clara la forma del relieve.

Tabla 1. Rúbrica para evaluar la imagen “instantánea”.

La instantánea debía ser clara, es decir que de un golpe de vista permitiera percibir la forma del relieve sin lugar a dudas. Los resultados indican que en ocasiones el marcador no estaba situado en el lugar más apropiado (no se sabía que marcaba), o el zoom no era el correcto (p.ej. para observar cordilleras, dorsales oceánicas, fosas, etc. se ha de alejar la imagen mientras que en formas de mucha menor extensión como es el caso de las cárcavas o los conos de escoria la imagen ha de tomarse mucho más cerca), o bien la inclinación era excesiva o por el contrario se veía con un plano cenital que no ayudaba a percibir claramente el modelado.

Los resultados en relación a este aspecto de identificación y visibilidad de la forma del relieve (situación del marcador, zoom, inclinación, etc.) se pueden observar en la figura 2. En todas las excursiones la instantánea calificada con el máximo (verde) es la más habitual, es decir se han esmerado en buscar una localización que se perciba bien y en tomar la mejor perspectiva posible para el visitante; no obstante son relativamente fre-

cuentes las instantáneas de peor calidad (sobre todo en la excursión 8). Durante el seminario se insistió en que debían procurar cuidar la perspectiva por lo que no es aceptable el que en algunas excursiones haya un 20 o 30% de perspectivas poco cuidadas.

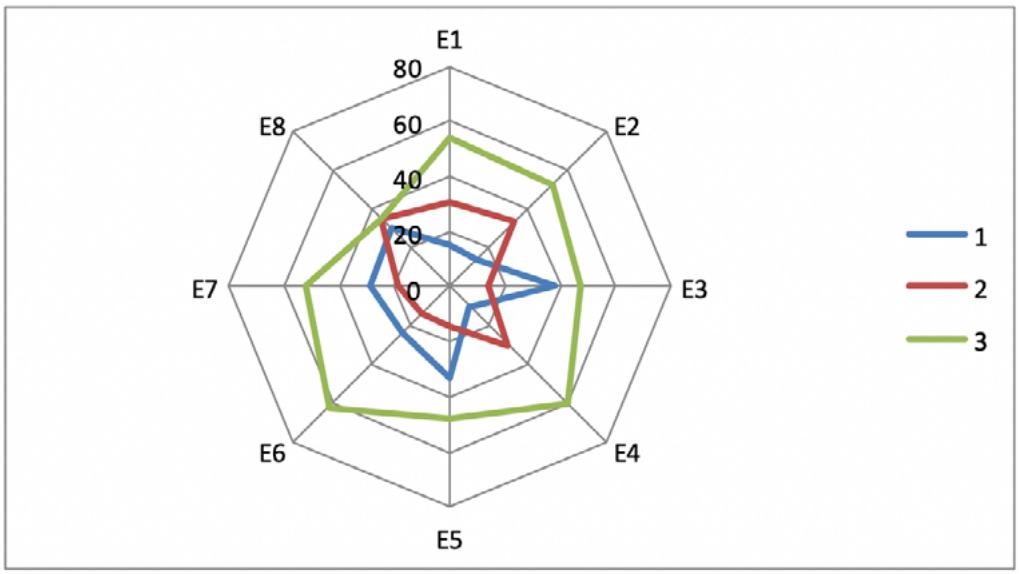


Figura 2 Diagrama que representa los resultados de la imagen instantánea según la rúbrica de la tabla 1.

Dejando de lado el hecho de que algunas formas no se observan bien por satélite, bien por sus pequeñas dimensiones o por su disposición horizontal y que por tanto habría que haber dejado de lado en esta actividad, el que no se hayan tomado molestias en tomar una buena perspectiva (algo que es relativamente fácil de hacer) indica la baja disposición de algunos estudiantes.

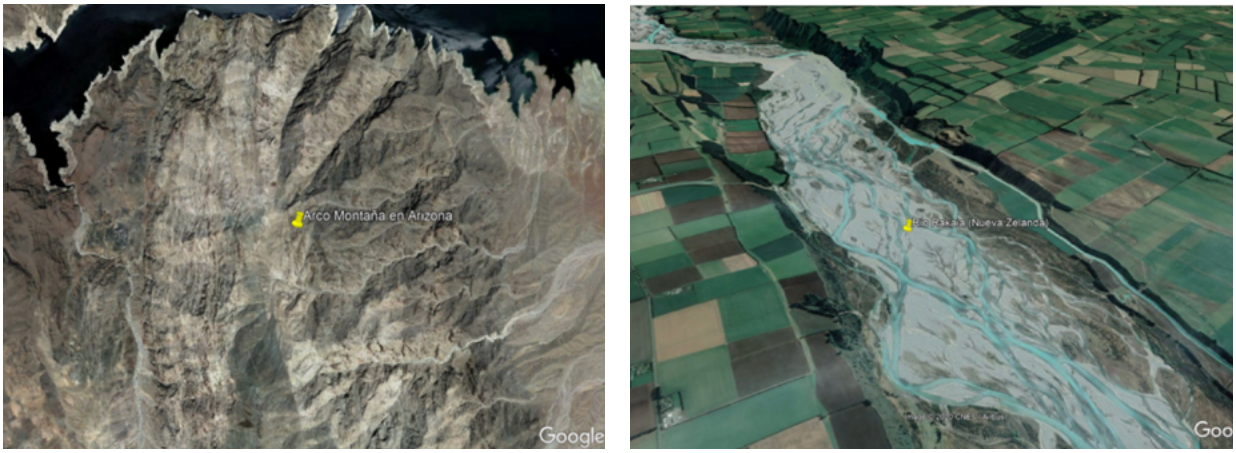


Figura 3. Imagen instantánea calificada con un 1 (izda) que pretende mostrar un arco natural (ni el zoom ni la inclinación permite verlo) y con un 3 (dcha) que muestra un río braided.

Otro de los aspectos más importantes que ha sido evaluado es la calidad de la información adicional que incluían las diferentes localizaciones; se accede a ella al dar doble click al icono del marcador (o se abre directamente al llegar a la localización si el que ha diseñado la ruta así lo ha previsto). Se ha diseñado una sencilla rúbrica para evaluar esta información extra (tabla 2). El principal objetivo de la actividad es aprender geología desde el aire (vía satélite) es por ello que se ha valorado el que el contenido fuera correcto científicamente hablando además de didáctico, adaptado a alumnos de Educación Secundaria. No sólo la descripción, sino también las imágenes adicionales y los demás recursos online han de sumarse a la imagen satelital para que

dichos estudiantes tengan una idea clara de cómo se han originado, es decir hay que procurar que la complejidad sea la adecuada.

PUNTUACIÓN				
CRITERIOS	**1**	**2**	**3**	**4**
CONTENIDO GEOLÓGICO	El contenido tiene errores importantes o bien se detecta que la información no ha sido procesada en absoluto ("copia y pega")	El contenido tiene algunos errores y la información geológica es escasa o bien la información ha sido solo ligeramente modificada.	El contenido es correcto y aunque escaso describe tanto la forma del relieve como los procesos formadores.	El contenido es completo, permite entender perfectamente, aunque de forma sencilla, las características principales de la forma del relieve y los procesos de formación
CALIDAD DIDÁCTICA	Muy pobre y o demasiado técnica. No añade ningún recurso visual.	No hay intento de adaptar el vocabulario al alumno. La geología está casi ausente, incluye sólo curiosidades. Los recursos visuales no son significativos.	El vocabulario es correcto y las ideas se transmiten de forma clara. Utilizan recursos apropiados pero faltan algunas imágenes, esquemas, etc. que ayuden a profundizar en el tema.	La selección del texto, las imágenes, esquemas, vídeos, animaciones son suficientemente claras para comprender perfectamente.

Tabla 2. Rúbrica para evaluar la información extra.

Después de analizar la descripción y el resto de información adicional (fotografías, links, etc.) de todas las localizaciones de los tours virtuales los resultados se ha representado el siguiente gráfico (figura 3). Queda patente que la información no es de la calidad que sería deseable puesto que la calificación 4 (calidad geológica y didáctica) no se consigue salvo en algunas localizaciones de la excursión 2 y la 6. El 3 lo alcanzan más de una cuarta parte de los casos, se trata de una información correcta, aunque mejorable. La valoración 2 es la más frecuente debido en gran medida a que la información geológica era insuficiente para entender el/los procesos que habían originado la forma observable y/o con demasiada frecuencia era demasiado técnica (poco didáctica) y/o había sido poco modificada de la fuente original (pseudo copia y pega). A menudo se encuentran descripciones completamente textuales y/o que se limitan a contar aspectos turísticos o curiosidades (geología totalmente ausente) que se han calificado con un 1. Todo ello lleva a pensar que aunque se haya insistido durante la propuesta de la actividad muchos estudiantes no han entendido en qué consistía.

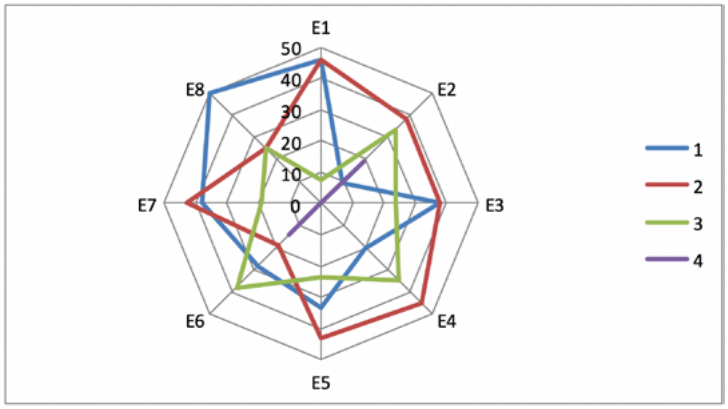


Figura 3 Diagrama que representa los resultados de la información adicional.

A continuación se muestran algunos ejemplos de los textos valorados con un 1 (texto literal y en ocasiones literario):

- **Torcas de Palancares, Cuenca:** "Antes de seguir adelante, y para todos aquéllos que no sepan qué son las torcas, aclararemos antes que con esta palabra se designa a un cierto tipo de depresiones geológicas que se pueden formar en un terreno. Dicha formación se debe a la acción de las aguas carbónicas en rocas calizas que son muy solubles".

- **Fiordo de Geiranger, Noruega:** "Atronadoras cascadas vierten agua de forma casi vertical por las paredes montañosas. Entre ellas destacan las famosas De syv søstrene (Las siete hermanas), Friaren (El pretendiente) y Brudesløret (El velo nupcial), que ocultan los acantilados con ligerísimos velos de vapor de agua que crean una serie interminable cambiantes arcoíris cuya visión te dejará boquiabierto". Completamente ausente la geología.

- **La Mola de Segart, Valencia:** "Pero no solo la mar esculpe paredes rocosas, sino que los ríos que van a dar en ella también pueden ir labrando el terreno por donde discurren…"

- **El anticlinal del cañón de Añisclo, Huesca:** "Aunque apenas lo percibamos en el corto intervalo de una vida humana, los procesos geológicos terrestres permanecen muy activos, y estos acantilados interiores dan fe de sacudidas pretéritas de la corteza terrestre cuando por ejemplo se comban formando anticlinales…".

- **Fiordo de Sogn:** Son formaciones geológicas de origen glaciar. El agua al alcanzar bajas temperaturas (congelación) provoca fracturas formando valles en U. Son propios de latitudes altas, y zonas costeras." Un ejemplo de descripción completamente insuficiente.

Además de lo apropiado de la localización y de la información añadida se ha valorado la amplitud geográfica de las excursiones. Teniendo en cuenta que viajar con Google Earth es gratis e inmediato es interesante el mostrar paisajes en lugares dispersos, en ocasiones no tan conocidos, en diferentes continentes, e incluso el mismo tipo de paisaje en lugares muy distantes (p.ej. el paisaje glaciar se puede observar desde Nueva Zelanda, Patagonia, norte de Europa…) En la mayoría de los tours han aprovechado esta posibilidad y han mostrado una amplia distribución. Por otro lado y dado que se trataba de un trabajo colaborativo, en el que 4 ó 5 personas trabajaban de forma conjunta, se valoró la uniformidad del trabajo, el hecho de que se cuidara la homogeneidad en la forma de presentar la información, su cantidad y calidad de la información extra, los rótulos de los títulos de los marcadores, los textos… En este caso la homogeneidad ha sido más a nivel estético que a nivel de calidad porque en todos los casos se han observado diferencias significativas en la calidad de la información y en su aproximación didáctica dentro de cada tour.

Para obtener un feedback por parte de los estudiantes de la aceptación de la actividad se diseñó un cuestionario enviado online que rellenaron aproximadamente la mitad de ellos. Se les preguntaba acerca de la dificultad del uso de GE y en la mayoría de los casos indicaron que les resultó fácil su uso; las dificultades que encontraron fueron el escoger aquellas localizaciones más representativas, encontrar la mejor perspectiva o la posibilidad de añadir de forma vistosa la información adicional. Algunos de "los contras" de esta aplicación que señalaron fue la dificultad de ver algunas formas del relieve desde el aire y la calidad de la imagen en algunos lugares. A la pregunta de qué les ha parecido más útil de GE respondieron que la posibilidad de viajar a cualquier lugar del globo de forma instantánea, sin limitaciones, poder jugar con el zoom, inclinación para observar desde distintos ángulos y sobre todo la posibilidad de añadir información adicional que permite entender los procesos de formación del relieve. El 100% de los estudiantes indicaron que sin lugar a dudas usaría esta herramienta en sus clases.

DISCUSIÓN

Aunque hay muchas experiencias del uso de las tecnologías aeroespaciales y en concreto de GE en la enseñanza de las geociencias no se han encontrado trabajos previos en los que sean los propios estudiantes los que diseñen excursiones con Google Earth con el fin de enseñar a otros el modelado terrestre.

Los resultados indican que aunque durante el seminario previo a la realización de las excursiones (hay que recordar que las hicieron fuera del horario lectivo) se les insistió en la finalidad de la actividad: la enseñanza de los procesos formadores del relieve a partir de las formas características de cada tipo de modelado el hecho es que con demasiada frecuencia la calidad del trabajo no era la que cabría esperar en estudiantes ya graduados y que van a dedicarse a la docencia. A tenor de los resultados y puesto que los tours han sido realizados como un trabajo colaborativo entre varios miembros, se ha detectado una muy diferente implicación dentro de los propios grupos (homogeneidad baja en cuanto a la calidad tanto en el rigor geológico como en la exposición didáctica). La excelente acogida de la actividad y la valoración final de la misma indica que puede ser considerada, con las mejoras oportunas, como un recurso fundamental usado en las aulas de Secundaria que no debe servir como sustituto a las tradicionales salidas al campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bailey, J. E., Whitmeyer, S. J., & De Paor, D. G. (2012). Introduction: The application of Google Geo Tools to geoscience education and research. Geological Society of America Special Papers, 492, 7-19.

Calonge, A. (2010). La Geología que emociona, ¿qué geología enseñamos, qué geología necesitamos y qué geología divulgamos? Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 18(2), 141-149.

Dolphin, G., Dutchak, A., Karchewski, B., y Cooper, J. (2019). Virtual field experiences in introductory geology: Addressing a capacity problem, but finding a pedagogical one. Journal of Geoscience Education, 67(2), 114-130.

Fernández, B.; Monterrubio, S; Nespereira, J y Santos, G, (2015). Sobrevolando la tierra: aprendizaje de la geología basado en tareas con Google Earth. Proyecto de Innovación Docente. Universidad de Salamanca. http://hdl.handle.net/10366/130209

Granshaw y Duggan-Haas, (2012). Virtual fieldwork in geoscience teacher education: Issues, techniques, and models. En Google Earth and Virtual Visualizations in Geoscience Education and Research: Geological Society of America Special. Paper 492, p. 285–303,

Jiménez, A. Pérez, J y Carrillo, J. (2014). Integración de las Tecnologías Geoespaciales como herramientas docentes de Ciencias de la Tierra para Educación Secundaria. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, (22.3), 239-250.

Jitmahantakul, S y Chenrai, P. (2019). Applying Virtual Reality Technology to Geoscience Classrooms. Review of International Geographical Education Online, 9-3, 577-590.

Johnson, N.D., Lang, N.P., and Zophy, K.T., 2011, Overcoming assessment problems in Google Earth–based assignments: Journal of Geoscience Education, v. 59, p. 99–105, doi:10.5408/1.3604822.

Lacreu, H.L. (2017). El paisaje geológico en la enseñanza de las geociencias: ¿Es un recurso didáctico, es un objeto de estudio o ambas cosas a vez? Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, (25.3), 310-318.

Martinez-Graña, A. M.; Goy, J.L. y Cimarra, C.A. (2013). A virtual tour of geological heritage: valourising geodiversity using Google Earth and QR code. Computers y Geosciences, 61, 83-93. https://doi. org/10.1016/j.cageo.2013.07.020

McConnell, D.A., Steer, D.N., Owens, K., Borowski, W., Dick, J., Foos, A., Knott, J.R., Malone, M., McGrew, H., Van Horn, S., Greer, L., and Heaney, P.J. (2006). Using conceptests to assess and improve student conceptual understanding in introductory geosciences courses. Journal of Geoscience Education, 54:61–68.

Monet, J. Greene, T. (2012). Using Google Earth and Satellite Imagery to Foster Place-Based Teaching in an Introductory Physical Geology Course. Journal of Geoscience Education, 60, No. 1, 10-20. https://doi.org/10.5408/10-203.1

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 20(2), 133-140.

Qiu, W. y Hubble, T. (2002) The Advantages and Disadvantages of Virtual Field Trips in Geoscience Education. China pappers.

Sanz, J., Zamalloa, T., Echevarría, I., Maguregi, G., Fernández, L., Casas, N. (2016) Utilización de los recursos geológicos como instrumentos educativos en la enseñanza formal. Diagnóstico del País Vasco. 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz. 1481-1489

Silva, F. y Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 24 (2), 207-217.

Treves, R. y Engelbrecht, P. (2011). User tests on Google Earth Tour comprehension: University of Southampton, 10 p.

Valente, N. L. (2006). Navegando por los paisajes del mundo con Google Earth. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 14(1), 85-88.

P.41 ¿Qué opinan los estudiantes universitarios sobre la Física en la Educación Secundaria?

J. A. García-García[1] y F.J. Perales-Palacios[2]

[1] Departamento de Óptica. [2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. fperales@ugr.es

RESUMEN

Resulta cada día más preocupante, especialmente en nuestro país, el declive en la elección de carreras tecnocientíficas por parte de los estudiantes de Secundaria. En este trabajo tratamos de indagar, mediante el método de encuesta, sobre las causas que pudieran estar asociadas a la imagen de la Física. En el estudio participó una muestra de 141 estudiantes de tercer curso del grado de Físicas de la Universidad de Granada. Se aprecia por sus respuestas que la vocación hacia esta ciencia se fragua en la etapa de Secundaria y responde a una inquietud intelectual innata; poseen unas expectativas profesionales orientadas a la investigación y la empresa; y existe la creencia de que sus compañeros en la etapa de Secundaria mantenían una imagen de la Física mucho más negativa que la de ellos mismos.

Palabras clave: imagen de la ciencia; vocación científica; encuesta.

INTRODUCCIÓN

La Enseñanza de las Ciencias como vertiente aplicada de la propia Didáctica de las Ciencias afronta en la actualidad numerosos retos. Uno de los más acuciantes es la pérdida de vocaciones científicas en los países occidentales. Dada la vinculación ampliamente aceptada de este tipo de estudios con el desarrollo socioeconómico de un país, este hecho resulta más que preocupante.

Las causas de dicho declive (o, al menos, estancamiento) son múltiples, entre las cuales podríamos citar la mala imagen de algunas ciencias entre los estudiantes, las deficientes metodologías de enseñanza, el sistema de acceso y planes de formación para la profesión docente, la cultura del ocio…

Para tratar de revertir tal situación se han propuesto diversas medidas (Perales, García-García, Huertas y Gómez-Robledo, 2013) que han ido fructificando en distintas iniciativas, tanto a nivel curricular como metodológico. Entre otras, en el primer caso hablamos de Ciencia-Tecnología-Sociedad –CTS- (Aikenhead, 2003) o de Ciencia-Tecnología—Ingeniería-Matemáticas –STEM- (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios y Vílchez-González, 2019). En el segundo el aprendizaje por indagación, por resolución de problemas o por proyectos.

A pesar de esas "buenas intenciones", son escasos los estudios que profundizan en las causas del poco atractivo que suelen presentar algunas ciencias para los futuros graduados.

En este trabajo tratamos de abundar en la imagen de la Física en una muestra de estudiantes universitarios y en los precedentes que les llevaron a elegir dichos estudios.

ANTECEDENTES

En este apartado vamos a revisar cronológicamente algunos estudios que se han preocupado de la temática que aquí abordamos.

Con alumnos preuniversitarios Acevedo (1993) indagó en las dimensiones: amenidad, dificultad e importancia social de la Física, Química, Biología, Geología y Matemáticas. Sus resultados evidenciaron que sólo la Biología era considerada como amena, aunque todas, excepto la Geología, se consideraron socialmente importantes, apareciendo como difíciles la Física, la Química y las Matemáticas. Asimismo encontró diferencias significativas en relación con el sexo, al señalar las alumnas en mayor medida que los alumnos la dificultad de la Física y la amenidad de la Biología y las Matemáticas.

Checkley (2010) estudió el impacto de la reputación de la Física en un grupo de estudiantes que no la eligieron en Educación Secundaria. Para los entrevistados se encontró que la mayor influencia en su decisión de elegir o no Física estaba relacionada con sus aspiraciones futuras, asimismo los estudiantes estaban fuertemente influenciados por sus percepciones de la misma. En cuanto a los estudiantes que sí eligieron Física afirmaron que ésta no resultó tan difícil como creían y la describieron como interesante, agradable y relevante. Por el contrario, aquellos estudiantes que no eligieron Física percibieron que sería difícil, irrelevante y aburrida.

En un trabajo previo (Perales, García-García, Huertas y Gómez-Robledo, 2013) estudiamos comparativamente la imagen que de la Física tenían estudiantes de dos grados universitarios: Óptica e Ingeniería Química. Los encuestados, en general, son conscientes de la importancia de la Física; cuando se les pedía que la ubicaran en relación con una serie de calificativos antónimos, los predominantes fueron: práctica, difícil y entretenida; asimismo atribuían parte de la responsabilidad de su dificultad a las Matemáticas que la acompañan; y se detectaron diferencias en función de los estudios de procedencia, edad y sexo de la muestra.

Zabala, Domínguez, Millán y González-Suárez (2015) analizaron la imagen de la Física y las Matemáticas en estudiantes de Ingeniería desde la perspectiva de su relevancia para su futuro profesional. Los resultados obtenidos tuvieron en cuenta cuatro aspectos: (1) las percepciones de los estudiantes sobre la relevancia de la Física y las Matemáticas en las prácticas académicas de ingeniería e ingeniería profesional; (2) la comparación

de las percepciones de la relevancia de la Física y la de las Matemáticas; (3) las diferencias de sexo; y (4) la relación de esas percepciones con su rendimiento en el curso. Los resultados apuntan a que los estudiantes, en general, no tienen una buena percepción de la importancia de las Matemáticas y la Física en Ingeniería, ni como carrera profesional ni como base para otros cursos en su grado. Los varones poseen una percepción ligeramente mejor de la importancia de la Física que las mujeres. Cuanto mejor rendimiento logran, mejor es su percepción de la importancia de la Física y las Matemáticas en Ingeniería. En general, la percepción de la importancia de las Matemáticas en la Ingeniería es mejor que la de la Física pero también afrontan con más estrés las primeras que la segunda.

Sharma, Chinki, Yadav y Suvita (2018) investigaron y correlacionaron la percepción de los estudiantes escolares y universitarios en el aprendizaje de la Física. Los autores utilizaron cinco tipos de preguntas de investigación centradas en conceptos, comprensiones, relaciones y aplicaciones, para reflejar el compromiso de los alumnos por aprender Física. Las conclusiones apuntan a que: (i) se observa que el porcentaje de estudiantes con un fuerte compromiso en el aprendizaje de la Física es casi igual en todos los niveles; (ii) los estudiantes que tienen un compromiso positivo (estudiantes promedio) mejoran su desempeño en las etapas más altas; (iii) el número promedio de estudiantes que tienen un compromiso negativo en el aprendizaje de Física es inferior al 14% y disminuye con el aumento del nivel; (iv) la experiencia de los alumnos en diferentes entornos, la calidad del proceso de enseñanza de aprendizaje y los factores motivacionales y sociales juegan un papel importante en su desempeño; y (v) existe una correlación positiva entre los alumnos en todos los niveles y para todas las categorías, pero su grado de correlación varía significativamente.

De esta revisión podemos extraer a modo de avance algunas conclusiones:

1. La Física aparece como una materia a la vez difícil y relevante.
2. Comparte la visión negativa con las Matemáticas pero no con la Biología.
3. Aparecen algunos factores moderadores como son: las expectativas futuras, la optatividad de su elección, el sexo, la etapa educativa o el rendimiento académico.

MÉTODO

Instrumento

Para lograr el objetivo de esta investigación se diseñó un cuestionario con siete ítems. Los dos primeros hacían referencia a datos personales (manteniendo el anonimato). Los cinco restantes se centran en los factores que, a modo de hipótesis, estimamos que pudieran estar relacionados con la imagen que suelen poseer los estudiantes sobre dicha ciencia. La primera se refiere a la etapa actual como estudiante, la segunda a su proyección futura y las tres restantes a la génesis de su opción hacia esta ciencia.

Como hemos podido ver anteriormente, la mayoría de los trabajos indagan sobre la imagen de la Física cuando la están cursando, disponiendo de una muestra amplia en cuanto al número de personas pero limitada a un solo centro educativo en el que se forman y al momento en que se les cuestiona sobre aquella. En nuestro caso, a los estudiantes se les preguntó sobre la imagen que tenían de la Física cuando estudiaban ESO o Bachillerato y sobre la imagen que tenían sus compañeros en esa época, lo que hace que podamos considerar que los resultados aportarán una perspectiva diferente.

Muestra

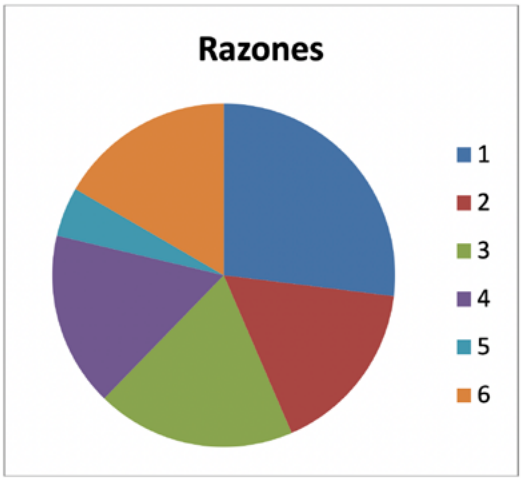
Estuvo compuesta por 141 estudiantes de 3º del Grado en Físicas de la Universidad de Granada. Sus edades

estaban comprendidas entre los 20 y 22 años, siendo 123 hombres (81%) y 28 mujeres (19%). Todos ellos habían estudiado en centros distintos, por lo que los resultados proceden de 141 centros diferentes. Además, aunque la mayoría de ellos proceden de Andalucía, un 88%, hay estudiantes, y por tanto centros, de 20 provincias españolas diferentes. Por tanto creemos que nuestra muestra se aproxima bastante a una muestra representativa de los centros de Secundaria de España y, con mayor fiabilidad, de Andalucía.

Resultados

Los iremos mostrando a partir de los ítems del cuestionario cumplimentado por la muestra. Lo haremos mediante gráficos y tablas de frecuencias absolutas o medias de las respuestas.

1. ¿Por qué te matriculaste en Físicas? En la tabla siguiente ponemos algunas de las causas que podrían haber afectado en tu decisión, marca en ellas, valorando entre 0 (absolutamente nada) y 5 (totalmente), la importancia que hayan podido tener.



1. Desde pequeño me atrae mucho saber el porqué de las cosas	4.05
2. El profesor que tuve en la ESO hizo que me gustara de la Física	2.49
3. El profesor que tuve en bachillerato influyó mucho en mí	2.82
4. Creo que tiene un buen futuro laboral	2.47
5. Por influencia de mis padres	0.70
6. Los programas de TV y los videos de internet han hecho que cada vez me gustara más	2.50
7. Las visitas al Parque de las Ciencias, Semana de la Ciencia... hicieron que cada vez tuviera más interés por la Física	1.99

1. Desde pequeño me atrae mucho saber el porqué de las cosas	4.05
2. El profesor que tuve en la ESO hizo que me gustara de la Física	2.49
3. El profesor que tuve en bachillerato influyó mucho en mí	2.82
4. Creo que tiene un buen futuro laboral	2.47
5. Por influencia de mis padres	0.70
6. Los programas de TV y los videos de internet han hecho que cada vez me gustara más	2.50
7. Las visitas al Parque de las Ciencias, Semana de la Ciencia... hicieron que cada vez tuviera más interés por la Física	1.99

Es de resaltar que la afirmación que tiene mayor apoyo es “desde pequeño…” (4.05/5), lo que demuestra la importancia de la experiencia educativa previa (junto con las opciones 2 y 3). En contraposición, la afirmación de influencia de los padres es la de puntuación más baja (0.70/5), lo que viene a confirmar la impresión de que los padres no suelen condicionar la elección de carrera de sus hijos. Por último, indicar que, de forma puntual,

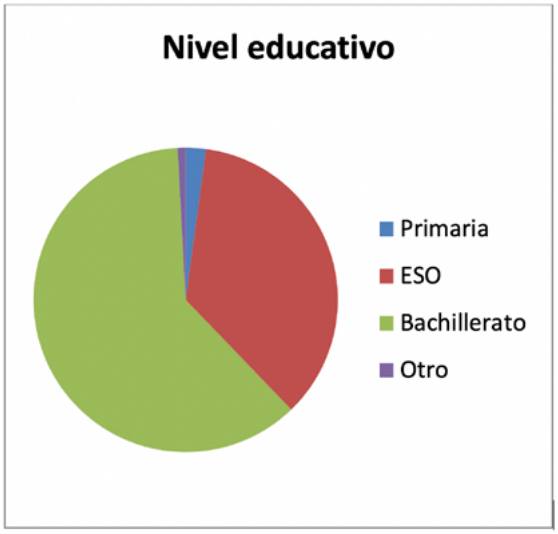
suelen aparecer otras razones que han influido en su decisión, tales como "participación en campus científicos de verano" o "tengo una prima doctora en Físicas que me ha influido mucho".

2. ¿En qué te gustaría trabajar cuando terminaras? Marca la opción que más se aproxime.

Empresa	58
Investigación	81
Docencia	21
Otro (especificar)	7

Los mayores porcentajes se alcanzan en investigación (57.5%) y empresa (41.1%). Sin embargo, sólo el 14.9% indica que le gustaría dedicarse a la docencia, lo que debe hacernos reflexionar sobre la imagen que tenemos los docentes en la sociedad. La suma de los porcentajes supera el 100%, esto es debido a que algunos de los encuestados aún no tiene totalmente claro a qué le gustaría dedicarse, lo que le ha llevado dos opciones, entre estas, la que más se repite es la de empresa/investigación.

3. ¿Desde cuándo tenías decidido que ibas a estudiar Físicas? Indica edad aproximada o nivel educativo (Primaria, ESO, Bachillerato)

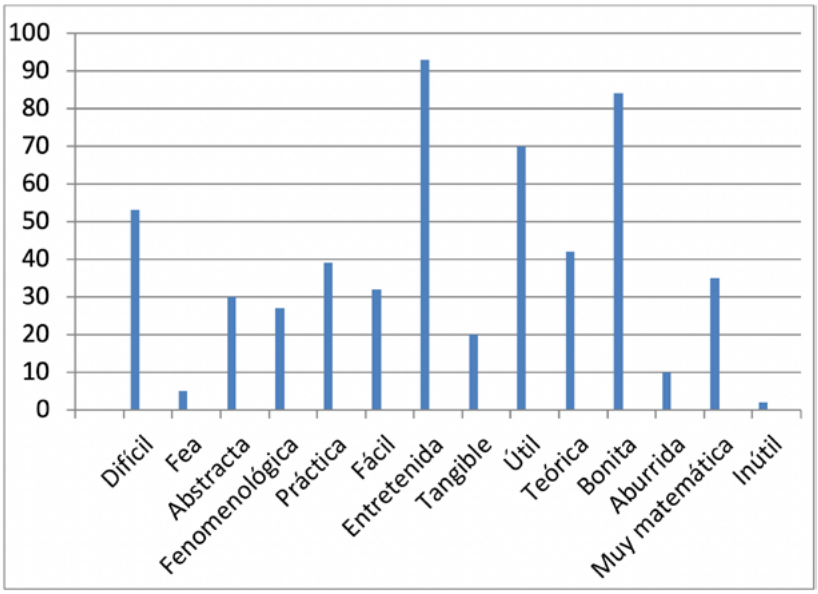


Primaria	3
ESO	50
Bachillerato	86
Otro (especificar): tras otra carrera	2

La mayoría de los alumnos decidió estudiar Físicas durante el Bachillerato (60.1%), siendo significativo que un 35.5% ya lo tenía decidido cuando cursaba la ESO.

4. Por favor, intenta situarte cuando estabas estudiando la ESO.

a) ¿En esa época qué adjetivos elegirías para calificar lo que pensabas de la Física? Marca como máximo 4 de entre los que se indican.

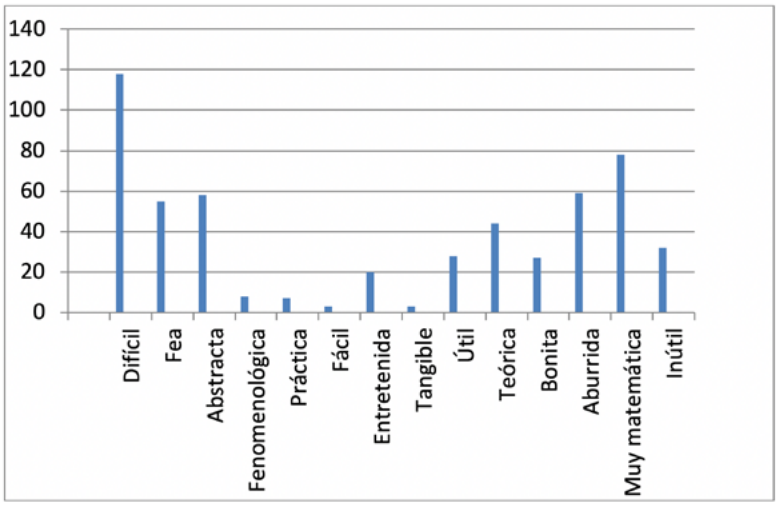


Difícil	53
Fea	5
Abstracta	30
Fenomenológica	27
Práctica	39
Fácil	32
Entretenida	93
Tangible	20
Útil	70
Teórica	42
Bonita	84
Aburrida	10
Muy Matemática	35
Inútil	2

En sentido decreciente, la Física en la ESO era entretenida (93), bonita (84), difícil (53) y teórica (42).

b) Si hiciéramos una media entre todos tus compañeros de clase, ¿qué adjetivos crees que saldrían? Marcar como máximo 4.

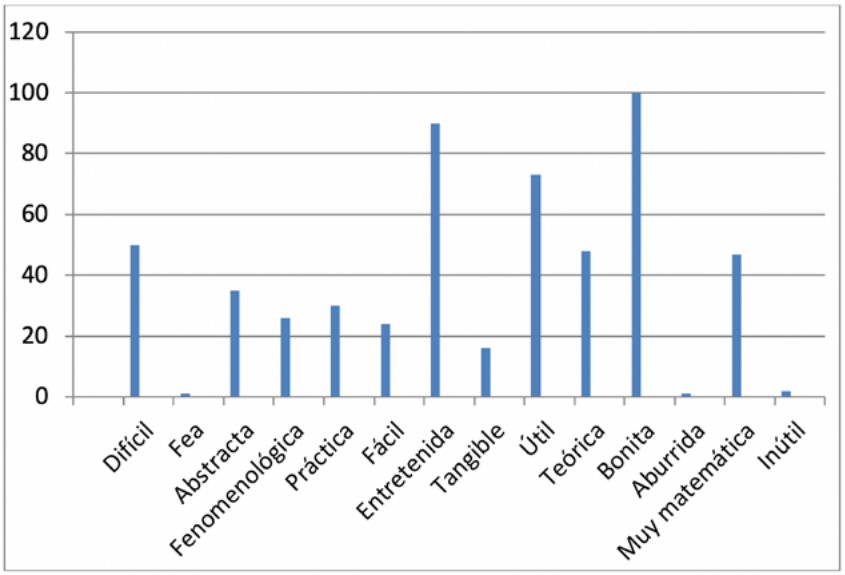
Para sus compañeros en la ESO la Física era difícil (118), muy matemática (78), aburrida (59) y abstracta (58). Se aprecia una imagen más negativa que para los que ahora estudian Físicas.



Difícil	118
Fea	55
Abstracta	58
Fenomenológica	8
Práctica	7
Fácil	3
Entretenida	20
Tangible	3
Útil	28
Teórica	44
Bonita	27
Aburrida	59
Muy matemática	78
Inútil	32

5. Repitamos la misma pregunta que antes pero ahora situándonos cuando estudiabas el Bachillerato.

a) ¿En esa época qué adjetivos elegirías para calificar lo que pensabas de la Física? Marca como máximo 4 de entre los que se indican.

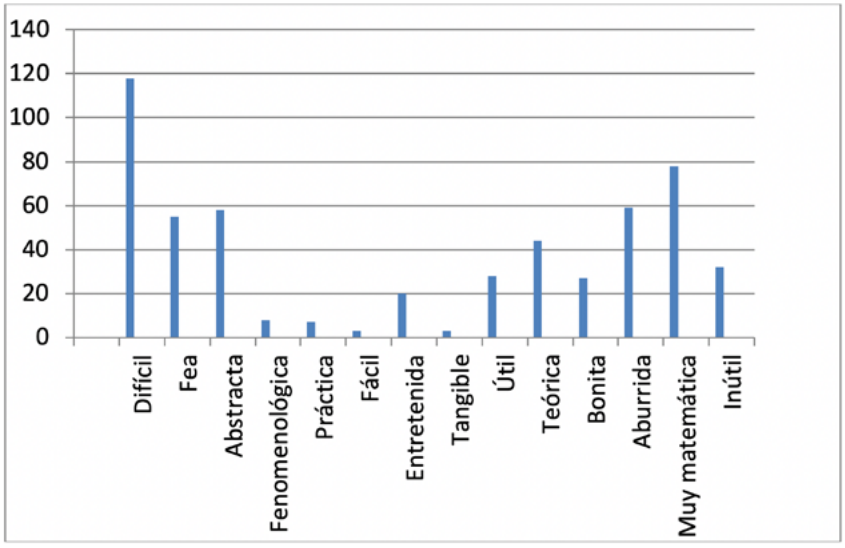


Difícil	50
Fea	1
Abstracta	35
Fenomeno-lógica	26
Práctica	30
Fácil	24
Entretenida	90
Tangible	16
Útil	73
Teórica	48
Bonita	100
Aburrida	1
Muy matemática	47
Inútil	1

Para ellos, en Bachillerato la Física era bonita (100), entretenida (90), útil (73) y difícil (50). Se aprecian ligeras variaciones con respecto a la ESO en un sentido más positivo hacia esta materia.

b) Si hiciéramos una media entre todos tus compañeros de clase, ¿qué adjetivos crees que saldrían? Marca como máximo 4.

Para los compañeros, en Bachillerato la Física era difícil (108), muy matemática (81), abstracta (66) y aburrida (43). Solo se dan ligeras variaciones sobre lo predicho en la ESO, aunque, de ellas, es interesante resaltar que disminuyen los que opinaban que era inútil y aumenta los que la considera útil, lo que puede deberse a que reconocen que, aunque a ellos no les gusta la Física, ésta es importante para estudiar la carrera que quieran y para el desarrollo de la sociedad.



Difícil	108
Fea	37
Abstracta	66
Fenomeno-lógica	7
Práctica	14
Fácil	4
Entretenida	23
Tangible	4
Útil	38
Teórica	40
Bonita	28
Aburrida	43
Muy matemática	81
Inútil	18

Si comparamos los adjetivos antagónicos, tendremos los resultados que aparecen en la tabla I.

Tabla I. Contraste de adjetivos atribuidos a la Física por la muestra

Adjetivos comparados	ESO		Bachillerato		Resultados globales
	Él	Compañeros	Él	Compañeros	
Difícil/Fácil	D	D	D	D	Difícil
Bonita/Fea	B	F	B	F	Bonita (2) – Fea (2)
Abstracta/Tangible	A	A	A	A	Abstracta
Fenomelógica/Muy Matemática	MM	MM	MM	MM	Muy Matemática
Práctica/Teórica	T	T	T	T	Teórica
Entretenida/Aburrida	E	Ab	E	Ab	Entretenida (2) Aburrida (2)
Útil/Inútil	U	I	U	U	Útil (3) – Inútil (1)

Para las cuatro situaciones la Física es: Difícil, Abstracta, Muy Matemática y Teórica. Independientemente del primero de estos adjetivos, es preocupante que, por unanimidad, se considere a la Física como Abstracta, Muy Matemática y Teórica, lo que, como mínimo, debería llevarnos a plantearnos si es esta la imagen de la Física que queremos transmitir. Desde nuestro punto de vista, la incentivación de los trabajos prácticos, especialmente en la ESO y Bachillerato, podría ser el elemento metodológico clave para cambiar esta imagen.

Las duplas Bonita/Fea y Entretenida/Aburrida están 2-2, es decir, gana la primera cuando habla de él, y la segunda cuando habla de sus compañeros, lo que en cierta forma resulta lógico por cuanto el estudiante cuestionado ha elegido esta carrera.

La dupla Útil/Inútil muestra que tres grupos la consideran Útil y uno Inútil. Para los que nos dedicamos a su enseñanza esto sí que es preocupante pues gran parte del desarrollo que ha conseguido la sociedad actual ha sido gracias a la Física. En este sentido, es de valorar que el grupo de "Compañeros-Bachillerato", aunque no les guste la Física, sí la consideran Útil. No olvidemos que este grupo ha elegido la rama de ciencias, es decir, tienen intención de hacer una carrera de ciencias aunque no sea Físicas.

CONCLUSIONES

Las raíces en la elección del grado de Físicas parecen hallarse en la Educación Secundaria, especialmente en el Bachillerato, y en una predisposición cognitiva hacia el cuestionamiento del origen de los fenómenos.

La mayoría de la muestra aspira a trabajar en profesiones aplicadas, que contrasta con el porcentaje de graduados que acaba dedicándose a la docencia, de lo que parece deducirse que esta última responde más a las necesidades vitales que a una verdadera vocación.

Aparece un fuerte contraste entre la imagen que tienen los estudiantes de la muestra respecto de la Física y la que atribuyen a sus compañeros de Secundaria, a favor de los primeros, confirmándose los datos obtenidos por Checkley (2010) y contrastando con la percepción de amenidad en Acevedo (1993), aunque en este caso se trataba de estudiantes preuniversitarios.

Estos resultados nos deben hacer reflexionar respecto a cómo enseñamos esta materia y cómo deberíamos hacerlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J. A. (1993). Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias Físicas, naturales y Matemáticas en BUP y COU. Un estudio sobre tres dimensiones. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra (IV Congreso Internacional), 13-14.

Aikenhead, G.S. (2003). STS education: A rose by any other name. En R. Cross (Ed.) *A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). Routledge Press

Checkley, D. (2010). High school students' perceptions of physics. University of Lethbridge Research Repository. Recuperado de https://hdl.handle.net/10133/2584

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education, 103*(4), 799-822.

Perales, F. J., García, J. A., Huertas, J. A. y Gómez-Robledo, L. (2013). Imagen de la Física universitaria: el punto de vista del profesor y del alumno. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 131-153.

Sharma, R.C., Chinki, Yadav, P. y Suvita (2018). Perception of school and university students in learning physics in National Capital Region, India. *American Journal of Educational Research*, 6(9), 1245-1250.

Zabala, G., Domínguez, A., Millan, C. y González-Suárez, J. (2015). Students' perception of relevance of physics and mathematics in engineering Majors. Conference Paper: 2015 ASEE Annual Conference and Exposition. Recuperado de https://scholar.google.cl/scholar?oi=bibs&cluster=11134027017820668550&btnI=1&hl=es

P.42 Estudio preliminar de las prácticas científicas en el currículum del País Vasco en educación primaria

Ainara Achurra, Ana Berreteaga y Teresa Zamalloa

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. ainara.achurra@ehu.eus

RESUMEN

En las últimas décadas se aboga por una educación en ciencias que incluya el desarrollo de las prácticas científicas. Aun así, existen pocos estudios sobre si los curricula oficiales incluyen dichas prácticas. El presente trabajo plantea su análisis en el curriculum de educación primaria del País Vasco. Para ello, se realiza un análisis cualitativo del texto del currículum. Los resultados indican que las prácticas científicas se encuentran integradas. Sin embargo, se tratan de manera transversal dejando los bloques específicos de contenidos vacíos de prácticas científicas. Este hecho junto a que el profesorado tiende a rechazar la planificación por objetivos y defender una planificación por contenidos, hace que exista el riesgo de que el profesorado se limite a centrarse en los contenidos conceptuales, obviando así las prácticas científicas.

Palabras clave: prácticas epistémicas; competencia científica; indagación; argumentación; modelización.

MARCO TEÓRICO

Visiones de la naturaleza de la ciencia como la desarrollada por Giere (1991), donde el núcleo de la actividad científica consiste en el desarrollo de explicaciones basadas en pruebas sobre cómo funciona el mundo, ponen de manifiesto la importancia de las prácticas epistémicas en el aula de Ciencias. Según Kelly (2008), las prácticas epistémicas son aquellas "*formas específicas en las que los miembros de una comunidad proponen, justifican, evalúan, y legitiman el conocimiento dentro de un marco disciplinar*" (p.99). Asimismo, Kelly (2008) especifica que hacer ciencia implica tres prácticas epistémicas: producir, evaluar y comunicar conocimiento. La producción de conocimiento se ha asociado con la modelización, y la evaluación de conocimiento, con la argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2014). Ambas prácticas están unidas, ya que construir y revisar modelos implica el uso de evidencias (las evidencias se usan para testar explicaciones y modelos), y los argumentos científicos necesitan de la articulación de conocimiento teórico usando evidencias (Jiménez-Aleixandre, 2014).

Consecuentemente, la educación en ciencias debe incluir el desarrollo y la participación en las prácticas mencionadas. Desde hace décadas, en el aula de ciencias se aboga por la "enseñanza de las ciencias como indagación" (Inquiry Based Science Education), entendida como una forma de enseñar y aprender ciencias, cuya metodología más usada es el ciclo de aprendizaje de las 5Es de R. Bybee (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate; Bybee, 2014). En definitiva, se trata de crear una situación análoga a una investigación científica, donde el alumnado, trabajando en grupo, sigue las fases de un ciclo (p.ej., las 5Es), en el que las cuestiones fundamentales son el planteamiento de preguntas investigables y su resolución a través de la obtención de datos propios por medio de observaciones o experimentos; el alumnado adquiere un rol activo y protagonista, mientras que el profesorado toma el rol de facilitador o guía. Son inherentes a dicho proceso el uso de evidencias para evaluar enunciados (argumentación) y la creación, revisión o uso de modelos (modelización). Así, actualmente, se han acuñado términos como Indagación centrada en Modelizar (Couso, 2014; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008) o la Indagación Argumentativa (Couso, 2014; Zemba-Saul, 2009), dependiendo del peso dado a cada práctica.

La nueva perspectiva sobre las prácticas científicas (indagación, argumentación y modelización) se traslada a las políticas educativas por primera vez a través de los estándares de ciencias (NRC, 1996) en Estados Unidos. Las 8 prácticas definidas por el marco del National Research Council (NRC, 2012), que guía los actuales estándares de ciencias (New Generation Science Standards, NGSS), se engloban en 3 esferas: investigar, evaluar y desarrollar explicaciones. Éstas se han asociado con la indagación, la argumentación y la modelización, respectivamente (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017). A su vez, dichas 3 prácticas se corresponden con las competencias científicas recogidas en PISA 2015 (OECD, 2013): evaluar y diseñar investigaciones científicas (indagación), interpretar datos y evidencias científicamente (argumentación) y explicar fenómenos científicamente (modelización) (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017).

A nivel estatal y de comunidad, existen pocos estudios sobre si los curricula oficiales recogen la participación del alumnado en las prácticas mencionadas (País Vasco, Educación Infantil: Achurra, Zamalloa y Uskola, 2018; Galicia, Educación Infantil: Mosquera Bargiela, Puig y Blanco Anaya, 2018; Mosquera, Puig y Blanco, 2017). Por tanto, se plantea continuar con dicho análisis, a nivel del País Vasco, en esta ocasión sobre cómo aborda el currículum de educación primaria la indagación, argumentación y modelización, así como la comunicación y prácticas técnico-manipulativas

METODOLOGÍA

Con la finalidad de conocer cómo se introducen las prácticas científicas en el curriculum de primaria del País Vasco (BOPV, 2016), se ha realizado un análisis cualitativo de los contenidos y criterios de evaluación de 3 de los 5 bloques de conocimiento que se plantean en la competencia científica: contenidos comunes, el ser humano y salud y los seres vivos (bloques 1, 2 y 3 en Tabla 1); también se han incluido en el análisis los objetivos de etapa.

Se han tenido en cuenta las diferentes operaciones que hacen alusión a las prácticas científicas (Tabla 1), incluyendo en las mismas la indagación, modelización y argumentación (Jimenez-Aleixandre y Crujeiras, 2017), así como la comunicación y las prácticas técnico-manipulativas. Comunicar implica entre otras las siguientes actividades: escribir ciencia, hablar sobre ciencia, leer sobre ciencia y representar ideas científicas (Osborne, 2014). Asimismo, las prácticas técnico-manipulativas (habilidades procedimentales como medir, hacer un gráfico e interpretarlo, realizar operaciones estadísticas, usar tecnología informática, utilizar instrumentación de laboratorio, etc.) se asocian a la indagación (Couso, 2015).

Se ha considerado que una operación está presente cuando aparece en el currículum de manera clara y explícita y ausente cuando no se menciona. Para la definición de las diferentes operaciones relativas a las prácticas científicas se ha llevado a cabo una adaptación de la propuesta de Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017), que a su vez está basada en el marco del NRC (2012). Para el análisis del curriculum se han agrupado las operaciones tal y como queda indicado en la tabla 1.

	Operaciones	Obj	Contenidos						Criterios de evaluación e índices de logro					
			1er ciclo			2º ciclo			1er ciclo			2º ciclo		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
Indagación	1. Tratamiento de la inf: buscar, seleccionar, analizar…	2	9	-	-	9	1	-	3	-	-	3	1	-
	2. Observar	1	1	-	3	1	1	1	-	1	1	-	-	2
	3. Identificar problemas y plantear interrogantes	3	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
	4. Planificar y realizar proyectos	-	4	-	-	4	-	-	2	-	-	2	-	-
	5. Experimentar	1	2	-	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-
	6. Registrar y recoger datos	-	-	-	1	-	-	1	2	-	1	2	-	-
	7. Explorar	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8. Investigar o resolver interrogantes	1	1	-	-	1	-	-	2	-	-	2	-	-
	9. Evaluar lo planificado y reflexionar	1	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
	1-. Analizar	1	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2	-	2
	11. Realizar trabajos de campo	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Argumentación	1. Diferenciar, clasificar y establecer relaciones	1	4	-	1	4	1	2	2	3	2	2	1	2
	2. Tomar decisiones y actuar responsablemente	1	2	1	-	2	1	-	-	1	-	-	3	-
	3. Valorar críticamente	4	2	-	-	2	-	-	2	1	1	2	1	-
	4. Argumentar (justificar, discutir, emitir explicaciones, razonar)	1	3	-	-	3	-	-	1	-	-	1	1	-
	5. Elaborar conclusiones	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
	6. Evaluar idoneidad de la información	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-

Modelización	1. Expresar el modelo: identificar	1	-	2	-	-	-	1	1	7	4	1	11	4
	2. Expresar el modelo: describir	-	4	-	-	4	-	-	-	1	1	-	1	2
	3. Expresar el modelo: explicar representar	2	2	-	-	2	-	-	-	4	2	-	1	3
	4. Formular hipótesis y predicciones	1	1	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-
	5. Usar el modelo	3	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
	6. Crear ideas	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Com.	1. Comunicar oralmente o mediante una presentación	-	1	-	1	1	-	1	1	2	1	1	1	1
	2. Presentar resultados conclusiones o informes	1	4	-	-	4	-	-	3	-	-	3	-	-
Técn.	1. Conocer y usar instr. y mat. de laboratorio	-	1	-	1	1	-	-	7	-	1	7	-	-
	2. Utilizar guías de identificación y clasificación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	3. Utilizar herramientas digitales	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	1

Tabla 1. Operaciones referidas a las prácticas científicas en los objetivos, contenidos y criterios de evaluación e índices de logro de los bloques 1, 2 y 3 (B1, B2, B3)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo relativo a la competencia científica del curriculum de educación primaria del País Vasco (BOPV, 2015), se plantea una única asignatura denominada "Ciencias de la naturaleza". En el desarrollo de contenidos de la misma podemos encontrar la siguiente frase: "*El área de Ciencias de la Naturaleza trata de contribuir al desarrollo del pensamiento científico y tiene como eje la observación y experimentación más que la transmisión lineal de contenidos conceptuales o declarativos*" (p.179). De hecho, según el análisis realizado, las prácticas de indagación, argumentación y modelización se encuentran claramente representadas en el curriculum con un total de 244 operaciones en los 3 bloques estudiados (contenidos comunes, el ser humano y salud y los seres vivos) y los objetivos. Además, hay 26 operaciones referidas a comunicación y 24 referidas a prácticas técnico-manipulativas (Tabla 2). La indagación es la práctica más citada con un total de 100 operaciones, seguida de la modelización (75 operaciones) y de la argumentación (69 operaciones). En la indagación resalta la operación que las autoras han denominado como tratamiento de la información (28 operaciones) (que incluye buscar y seleccionar información, entre otras) seguida de la observación (12 operaciones) y la planificación y realización de proyectos (12 operaciones). Cabe destacar que la operación analizar no se cita en los contenidos y, sin embargo, es una de las operaciones más numerosas en los criterios de evaluación e índices de logros. En argumentación, destaca la operación diferenciar, clasificar y establecer relaciones (27 operaciones). Finalmente, en cuanto a la modelización, en los contenidos destaca la operación describir, mientras que en los índices de logro se repite especialmente identificar, considerando las autoras que ambas se relacionan con la expresión del modelo.

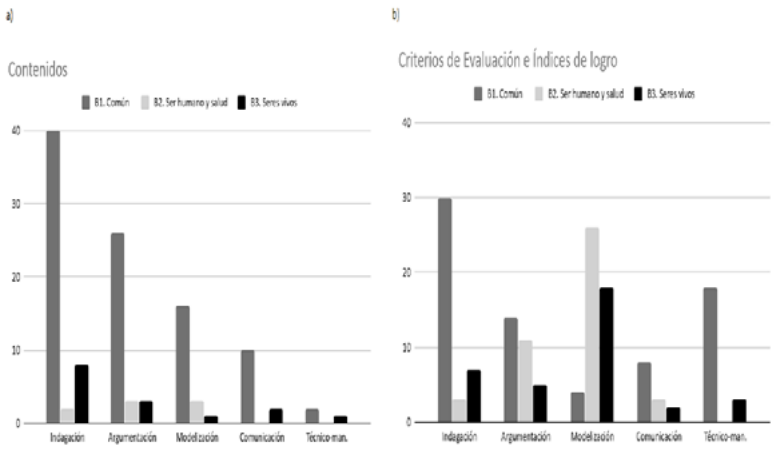
Tabla 2. Operaciones referidas a las prácticas científicas de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación e índices

de logro de los bloques 1, 2 y 3

Prácticas científicas	Objeti-vos	Contenidos	Eval/Logro	Sumato-rio
Indagación	10	50	40	100
Argumentación	7	32	30	69
Modelización	7	20	48	75
Comunicación	1	12	13	26
Técnico-manipula-tivas	-	3	21	24

El curriculum está estructurado de manera que se establecen 8 objetivos de etapa en el área de Ciencias de la Naturaleza, sin diferenciar entre ciclos (desde 1º hasta 6º curso). En dichos objetivos se observa un tratamiento equilibrado de las prácticas indagación, argumentación y modelización (10, 7 y 7 operaciones, respectivamente). Sin embargo, la comunicación solo se cita una vez y las prácticas técnico manipulativas no aparecen.

En el caso de los contenidos, en cambio, éstos sí que se presentan diferenciados en dos ciclos (primer ciclo y segundo ciclo), que además se dividen en 5 bloques cada uno (1. Bloque común, 2. El ser humano y la salud, 3. Los seres vivos, 4. Materia y energía y 5. La tecnología, objetos y máquinas). Curiosamente, las prácticas científicas son claramente más abundantes en el bloque común que en los bloques específicos analizados (el ser humano y la salud y los seres vivos), donde apenas hay mención a ellas (Fig. 1). Las autoras entienden que se han incluido las prácticas científicas principalmente en los contenidos comunes con el objetivo de que se incluyan de manera transversal en la práctica docente durante el desarrollo de los bloques específicos. Sin embargo, ¿realmente el profesorado de ciencias de primaria incluye las prácticas científicas en el desarrollo de los contenidos? Como ya indicó Mellado Jiménez (1996), el profesorado tiende a rechazar la planificación por objetivos y defender una planificación por contenidos, y además coincide con Lederman y Zeidler (1987), quienes no encuentran de forma general una relación entre las concepciones epistémicas del profesorado y la práctica del aula. Existe, por tanto, el riesgo de que el profesorado se limite a centrarse en los contenidos conceptuales que se detallan en el curriculum obviando así las prácticas científicas.



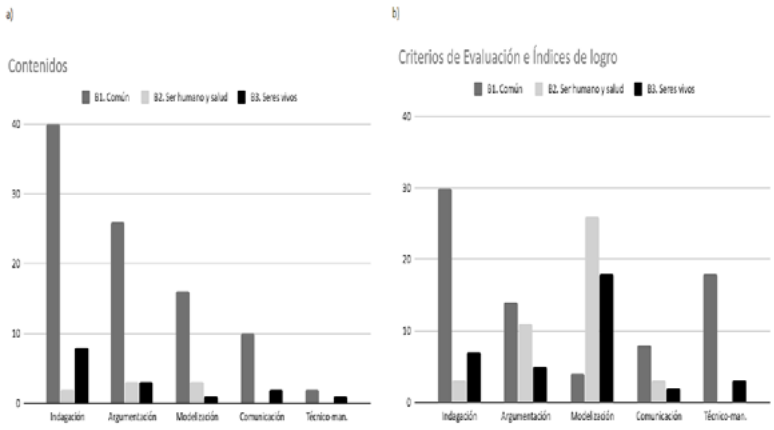


Figura 1. Operaciones referidas a Indagación, argumentación, modelización, comunicación y prácticas técnico manipulativas de los bloques 1, 2 y 3 en los contenidos (a) y en los criterios de evaluación e índices de logro (b)

Respecto a los criterios de evaluación e índices de logro, la indagación, argumentación, comunicación y prácticas técnico-manipulativas están más representadas en el bloque común, cumpliendo el patrón observado en los contenidos. La modelización es la excepción a dicho patrón, ya que tanto el bloque del ser humano y la salud (26 operaciones) como el bloque de los seres vivos (18 operaciones) poseen más operaciones relacionadas con dicha práctica que el bloque común (4 operaciones). Además, a pesar de que las prácticas científicas están mayormente representadas en los criterios de evaluación e índices de logro del bloque común, se observa que en el bloque del ser humano y la salud predominan la argumentación y la modelización, mientras que en el bloque de los seres vivos predominan la modelización e indagación (que podría llevar al profesorado a plantear una modelización basada en la indagación).

En este sentido, y como propuesta de mejora en los contenidos, las autoras apuntan a detallar determinadas operaciones relacionadas con las prácticas científicas en los bloques específicos de los contenidos, que sirvan de guía para el profesorado a la hora de diseñar propuestas didácticas, las cuales incluyan las diferentes prácticas científicas en función del bloque a trabajar, tal y como se intuye en los criterios de evaluación e índices de logro. Así, por ejemplo, el bloque 2 (el ser humano y la salud) podría estar más centrado en el desarrollo de la argumentación y el bloque 3 (los seres vivos) en la modelización.

Finalmente, en cuanto a la progresión en el grado de desarrollo de las prácticas científicas, se observa que los contenidos del bloque común en ambos ciclos son idénticos, no mostrando ningún tipo de progresión a medida que se avanza en la etapa educativa de primaria. Sin embargo, como norma general, no son comparables las destrezas de un niño o niña de 1er curso de primaria con las de 6º curso. En relación a los criterios de evaluación e índices de logro, éstos se presentan diferenciados en función de los dos ciclos de primaria. En este caso, llama la atención que, al igual que ocurre con el bloque común de contenidos, los 5 primeros criterios de evaluación e índices de logro son exactamente iguales para ambos ciclos. Uno podría preguntarse si la progresión se da no en el número de operaciones sino en el grado de complejidad de las mismas respecto al desarrollo cognitivo del alumnado. Por ejemplo, siguiendo a Martin, Sigur y Schmidt (2005), aunque referido a la etapa de educación infantil, operaciones como observar, medir y predecir son menos complejas que procesos integrados como formular y testar hipótesis o interpretar datos. Aun así, en el curriculum no se observa progresión de operaciones básicas a más complejas (Tabla 1: 1er ciclo versus 2do ciclo).

Referencias bibliográficas

Achurra, A., Zamalloa, T. y Uskola, A. (2018). ¿Qué prácticas científicas se abordan en el currículum oficial del País Vasco para la etapa infantil? *Actas de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Iluminando el Cambio Educativo*, 703-708.

Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications.

Science and Children, *51*(8), 10-13.

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva (Andalucía).

Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importància de "què" ensenyar a l'aula de ciències. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, *29*, 29-36.

Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónomo del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco. Vitoria-Gasteiz, 15 de enero de 2016, núm. 9.

Giere, R. N. (1991). *Understanding scientific reasoning*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. Duschl, R. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research adn implementation* (pp.99-117). Rotterdam: Sense Publishers.

Jimenez-Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and underdetermination in genetics: implications for students' engagement in argumentation and epistemic practices. *Science & Education*, *23*, 465-484.

Jiménez-Aleixandre, M. P. y Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En K.S. Taber, B. Akpan (Eds.), *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education* (pp. 69-80). Rotterdam: SensePublishers.

Lederman, N. G. y Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science Education*, *71*(5): 721-734.

Martin, D. J., Jean-Sigur, R. y Schmidt, E. (2005). Process-Oriented Inquiry- A Constructivist approach to Early childhood science education: teaching teachers to do science. *Journal of Elementary Science Education*, *17* (2) 13-26.

Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *14* (3), 289-302.

Mosquera, I. M., Puig, B. y Blanco, P. (2017). Las prácticas científicas en el currículum y formación del profesorado de infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, *nº extraordinario* (2017), 2171-2176.

Mosquera Bargiela, I., Puig, B. y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, *36*(1), 7-23.

NRC (1996). *The National Science Education Standars*. Washington D.C.: National Academy Press.

NRC (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington D.C.: National Academies Press.

OECD (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Paris: OECD.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science of Teacher Education*, *25*, 177-196.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model□based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, *92*(5), 941-967.

Zembal□Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, *93*(4), 687-719.

P.43 Estudio preliminar de las prácticas científicas en el currículum del País Vasco en educación primaria

Ainara Achurra, Ana Berreteaga y Teresa Zamalloa

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. ainara.achurra@ehu.eus

RESUMEN

En las últimas décadas se aboga por una educación en ciencias que incluya el desarrollo de las prácticas científicas. Aun así, existen pocos estudios sobre si los curricula oficiales incluyen dichas prácticas. El presente trabajo plantea su análisis en el curriculum de educación primaria del País Vasco. Para ello, se realiza un análisis cualitativo del texto del currículum. Los resultados indican que las prácticas científicas se encuentran integradas. Sin embargo, se tratan de manera transversal dejando los bloques específicos de contenidos vacíos de prácticas científicas. Este hecho junto a que el profesorado tiende a rechazar la planificación por objetivos y defender una planificación por contenidos, hace que exista el riesgo de que el profesorado se limite a centrarse en los contenidos conceptuales, obviando así las prácticas científicas.

Palabras clave: prácticas epistémicas; competencia científica; indagación; argumentación; modelización.

MARCO TEÓRICO

Visiones de la naturaleza de la ciencia como la desarrollada por Giere (1991), donde el núcleo de la actividad científica consiste en el desarrollo de explicaciones basadas en pruebas sobre cómo funciona el mundo, ponen de manifiesto la importancia de las prácticas epistémicas en el aula de Ciencias. Según Kelly (2008), las prácticas epistémicas son aquellas "*formas específicas en las que los miembros de una comunidad proponen, justifican, evalúan, y legitiman el conocimiento dentro de un marco disciplinar*" (p.99). Asimismo, Kelly (2008) especifica que hacer ciencia implica tres prácticas epistémicas: producir, evaluar y comunicar conocimiento. La producción de conocimiento se ha asociado con la modelización, y la evaluación de conocimiento, con la argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2014). Ambas prácticas están unidas, ya que construir y revisar modelos implica el uso de evidencias (las evidencias se usan para testar explicaciones y modelos), y los argumentos científicos necesitan de la articulación de conocimiento teórico usando evidencias (Jiménez-Aleixandre, 2014).

Consecuentemente, la educación en ciencias debe incluir el desarrollo y la participación en las prácticas mencionadas. Desde hace décadas, en el aula de ciencias se aboga por la "enseñanza de las ciencias como indagación" (Inquiry Based Science Education), entendida como una forma de enseñar y aprender ciencias, cuya metodología más usada es el ciclo de aprendizaje de las 5Es de R. Bybee (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate; Bybee, 2014). En definitiva, se trata de crear una situación análoga a una investigación científica, donde el alumnado, trabajando en grupo, sigue las fases de un ciclo (p.ej., las 5Es), en el que las cuestiones fundamentales son el planteamiento de preguntas investigables y su resolución a través de la obtención de datos propios por medio de observaciones o experimentos; el alumnado adquiere un rol activo y protagonista, mientras que el profesorado toma el rol de facilitador o guía. Son inherentes a dicho proceso el uso de evidencias para evaluar enunciados (argumentación) y la creación, revisión o uso de modelos (modelización). Así, actualmente, se han acuñado términos como Indagación centrada en Modelizar (Couso, 2014; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008) o la Indagación Argumentativa (Couso, 2014; Zemba-Saul, 2009), dependiendo del peso dado a cada práctica.

La nueva perspectiva sobre las prácticas científicas (indagación, argumentación y modelización) se traslada a las políticas educativas por primera vez a través de los estándares de ciencias (NRC, 1996) en Estados Unidos. Las 8 prácticas definidas por el marco del National Research Council (NRC, 2012), que guía los actuales estándares de ciencias (New Generation Science Standards, NGSS), se engloban en 3 esferas: investigar, evaluar y desarrollar explicaciones. Éstas se han asociado con la indagación, la argumentación y la modelización, respectivamente (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017). A su vez, dichas 3 prácticas se corresponden con las competencias científicas recogidas en PISA 2015 (OECD, 2013): evaluar y diseñar investigaciones científicas (indagación), interpretar datos y evidencias científicamente (argumentación) y explicar fenómenos científicamente (modelización) (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017).

A nivel estatal y de comunidad, existen pocos estudios sobre si los curricula oficiales recogen la participación del alumnado en las prácticas mencionadas (País Vasco, Educación Infantil: Achurra, Zamalloa y Uskola, 2018; Galicia, Educación Infantil: Mosquera Bargiela, Puig y Blanco Anaya, 2018; Mosquera, Puig y Blanco, 2017). Por tanto, se plantea continuar con dicho análisis, a nivel del País Vasco, en esta ocasión sobre cómo aborda el currículum de educación primaria la indagación, argumentación y modelización, así como la comunicación y prácticas técnico-manipulativas

METODOLOGÍA

Con la finalidad de conocer cómo se introducen las prácticas científicas en el curriculum de primaria del País Vasco (BOPV, 2016), se ha realizado un análisis cualitativo de los contenidos y criterios de evaluación de 3 de los 5 bloques de conocimiento que se plantean en la competencia científica: contenidos comunes, el ser humano y salud y los seres vivos (bloques 1, 2 y 3 en Tabla 1); también se han incluido en el análisis los objetivos de etapa.

Se han tenido en cuenta las diferentes operaciones que hacen alusión a las prácticas científicas (Tabla 1), incluyendo en las mismas la indagación, modelización y argumentación (Jimenez-Aleixandre y Crujeiras, 2017), así como la comunicación y las prácticas técnico-manipulativas. Comunicar implica entre otras las siguientes actividades: escribir ciencia, hablar sobre ciencia, leer sobre ciencia y representar ideas científicas (Osborne, 2014). Asimismo, las prácticas técnico-manipulativas (habilidades procedimentales como medir, hacer un gráfico e interpretarlo, realizar operaciones estadísticas, usar tecnología informática, utilizar instrumentación de laboratorio, etc.) se asocian a la indagación (Couso, 2015).

Se ha considerado que una operación está presente cuando aparece en el currículum de manera clara y explícita y ausente cuando no se menciona. Para la definición de las diferentes operaciones relativas a las prácticas científicas se ha llevado a cabo una adaptación de la propuesta de Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017), que a su vez está basada en el marco del NRC (2012). Para el análisis del curriculum se han agrupado las operaciones tal y como queda indicado en la tabla 1.

	Operaciones	Obj	Contenidos						Criterios de evaluación e índices de logro					
			1er ciclo			2º ciclo			1er ciclo			2º ciclo		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
Indagación	1. Tratamiento de la inf: buscar, seleccionar, analizar…	2	9	-	-	9	1	-	3	-	-	3	1	-
	2. Observar	1	1	-	3	1	1	1	-	1	1	-	-	2
	3. Identificar problemas y plantear interrogantes	3	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
	4. Planificar y realizar proyectos	-	4	-	-	4	-	-	2	-	-	2	-	-
	5. Experimentar	1	2	-	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-
	6. Registrar y recoger datos	-	-	-	1	-	-	1	2	-	1	2	-	-
	7. Explorar	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8. Investigar o resolver interrogantes	1	1	-	-	1	-	-	2	-	-	2	-	-
	9. Evaluar lo planificado y reflexionar	1	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
	1-. Analizar	1	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2	-	2
	11. Realizar trabajos de campo	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Argumentación	1. Diferenciar, clasificar y establecer relaciones	1	4	-	1	4	1	2	2	3	2	2	1	2
	2. Tomar decisiones y actuar responsablemente	1	2	1	-	2	1	-	-	1	-	-	3	-
	3. Valorar críticamente	4	2	-	-	2	-	-	2	1	1	2	1	-
	4. Argumentar (justificar, discutir, emitir explicaciones, razonar)	1	3	-	-	3	-	-	1	-	-	1	1	-
	5. Elaborar conclusiones	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
	6. Evaluar idoneidad de la información	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-

Modelización	1. Expresar el modelo: identificar	1	-	2	-	-	-	1	1	7	4	1	11	4
	2. Expresar el modelo: describir	-	4	-	-	4	-	-	-	1	1	-	1	2
	3. Expresar el modelo: explicar representar	2	2	-	-	2	-	-	-	4	2	-	1	3
	4. Formular hipótesis y predicciones	1	1	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-
	5. Usar el modelo	3	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
	6. Crear ideas	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Com.	1. Comunicar oralmente o mediante una presentación	-	1	-	1	1	-	1	1	2	1	1	1	1
	2. Presentar resultados conclusiones o informes	1	4	-	-	4	-	-	3	-	-	3	-	-
Técn.	1. Conocer y usar instr. y mat. de laboratorio	-	1	-	1	1	-	-	7	-	1	7	-	-
	2. Utilizar guías de identificación y clasificación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	3. Utilizar herramientas digitales	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	1

Tabla 1. Operaciones referidas a las prácticas científicas en los objetivos, contenidos y criterios de evaluación e índices de logro de los bloques 1, 2 y 3 (B1, B2, B3)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo relativo a la competencia científica del curriculum de educación primaria del País Vasco (BOPV, 2015), se plantea una única asignatura denominada "Ciencias de la naturaleza". En el desarrollo de contenidos de la misma podemos encontrar la siguiente frase: "*El área de Ciencias de la Naturaleza trata de contribuir al desarrollo del pensamiento científico y tiene como eje la observación y experimentación más que la transmisión lineal de contenidos conceptuales o declarativos*" (p.179). De hecho, según el análisis realizado, las prácticas de indagación, argumentación y modelización se encuentran claramente representadas en el curriculum con un total de 244 operaciones en los 3 bloques estudiados (contenidos comunes, el ser humano y salud y los seres vivos) y los objetivos. Además, hay 26 operaciones referidas a comunicación y 24 referidas a prácticas técnico-manipulativas (Tabla 2). La indagación es la práctica más citada con un total de 100 operaciones, seguida de la modelización (75 operaciones) y de la argumentación (69 operaciones). En la indagación resalta la operación que las autoras han denominado como tratamiento de la información (28 operaciones) (que incluye buscar y seleccionar información, entre otras) seguida de la observación (12 operaciones) y la planificación y realización de proyectos (12 operaciones). Cabe destacar que la operación analizar no se cita en los contenidos y, sin embargo, es una de las operaciones más numerosas en los criterios de evaluación e índices de logros. En argumentación, destaca la operación diferenciar, clasificar y establecer relaciones (27 operaciones). Finalmente, en cuanto a la modelización, en los contenidos destaca la operación describir, mientras que en los índices de logro se repite especialmente identificar, considerando las autoras que ambas se relacionan con la expresión del modelo.

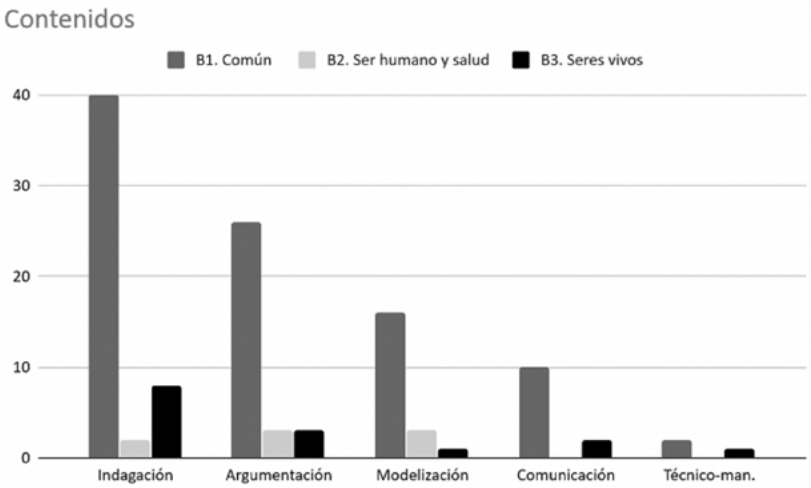
Tabla 2. Operaciones referidas a las prácticas científicas de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación e índices de logro de los bloques 1, 2 y 3

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	OBJETIVOS	CONTENIDOS	EVAL/LOGRO	SUMATORIO
Indagación	10	50	40	100
Argumentación	7	32	30	69
Modelización	7	20	48	75
Comunicación	1	12	13	26
Técnico-manipulativas	-	3	21	24

El curriculum está estructurado de manera que se establecen 8 objetivos de etapa en el área de Ciencias de la Naturaleza, sin diferenciar entre ciclos (desde 1º hasta 6º curso). En dichos objetivos se observa un tratamiento equilibrado de las prácticas indagación, argumentación y modelización (10, 7 y 7 operaciones, respectivamente). Sin embargo, la comunicación solo se cita una vez y las prácticas técnico manipulativas no aparecen.

En el caso de los contenidos, en cambio, éstos sí que se presentan diferenciados en dos ciclos (primer ciclo y segundo ciclo), que además se dividen en 5 bloques cada uno (1. Bloque común, 2. El ser humano y la salud, 3. Los seres vivos, 4. Materia y energía y 5. La tecnología, objetos y máquinas). Curiosamente, las prácticas científicas son claramente más abundantes en el bloque común que en los bloques específicos analizados (el ser humano y la salud y los seres vivos), donde apenas hay mención a ellas (Fig. 1). Las autoras entienden que se han incluido las prácticas científicas principalmente en los contenidos comunes con el objetivo de que se incluyan de manera transversal en la práctica docente durante el desarrollo de los bloques específicos. Sin embargo, ¿realmente el profesorado de ciencias de primaria incluye las prácticas científicas en el desarrollo de los contenidos? Como ya indicó Mellado Jiménez (1996), el profesorado tiende a rechazar la planificación por objetivos y defender una planificación por contenidos, y además coincide con Lederman y Zeidler (1987), quienes no encuentran de forma general una relación entre las concepciones epistémicas del profesorado y la práctica del aula. Existe, por tanto, el riesgo de que el profesorado se limite a centrarse en los contenidos conceptuales que se detallan en el curriculum obviando así las prácticas científicas.

a)



b)

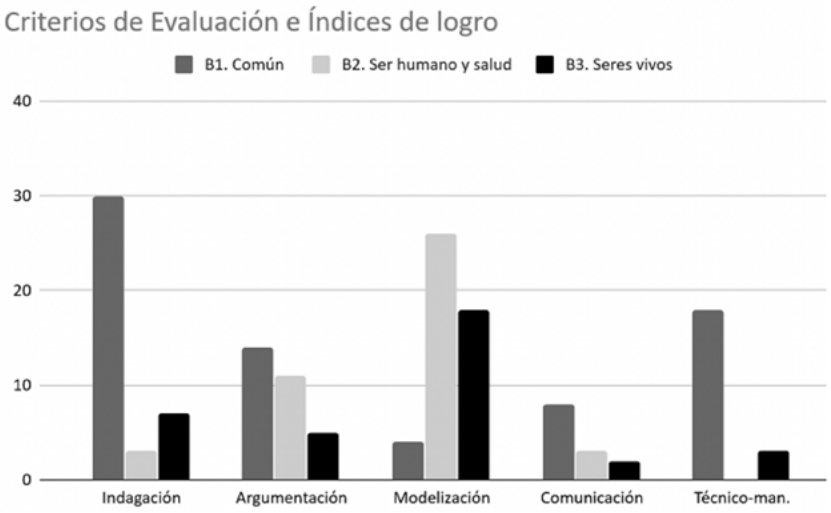


Figura 1. Operaciones referidas a Indagación, argumentación, modelización, comunicación y prácticas técnico manipulativas de los bloques 1, 2 y 3 en los contenidos (a) y en los criterios de evaluación e índices de logro (b)

Respecto a los criterios de evaluación e índices de logro, la indagación, argumentación, comunicación y prácticas técnico-manipulativas están más representadas en el bloque común, cumpliendo el patrón observado en los contenidos. La modelización es la excepción a dicho patrón, ya que tanto el bloque del ser humano y la salud (26 operaciones) como el bloque de los seres vivos (18 operaciones) poseen más operaciones relacionadas con dicha práctica que el bloque común (4 operaciones). Además, a pesar de que las prácticas científicas están mayormente representadas en los criterios de evaluación e índices de logro del bloque común, se observa que en el bloque del ser humano y la salud predominan la argumentación y la modelización, mientras que en el bloque de los seres vivos predominan la modelización e indagación (que podría llevar al profesorado a plantear una modelización basada en la indagación).

En este sentido, y como propuesta de mejora en los contenidos, las autoras apuntan a detallar determinadas operaciones relacionadas con las prácticas científicas en los bloques específicos de los contenidos, que sirvan de guía para el profesorado a la hora de diseñar propuestas didácticas, las cuales incluyan las diferentes prácticas científicas en función del bloque a trabajar, tal y como se intuye en los criterios de evaluación e índices de logro. Así, por ejemplo, el bloque 2 (el ser humano y la salud) podría estar más centrado en el desarrollo de la argumentación y el bloque 3 (los seres vivos) en la modelización.

Finalmente, en cuanto a la progresión en el grado de desarrollo de las prácticas científicas, se observa que los contenidos del bloque común en ambos ciclos son idénticos, no mostrando ningún tipo de progresión a medida que se avanza en la etapa educativa de primaria. Sin embargo, como norma general, no son comparables las destrezas de un niño o niña de 1er curso de primaria con las de 6º curso. En relación a los criterios de evaluación e índices de logro, éstos se presentan diferenciados en función de los dos ciclos de primaria. En este caso, llama la atención que, al igual que ocurre con el bloque común de contenidos, los 5 primeros criterios de evaluación e índices de logro son exactamente iguales para ambos ciclos. Uno podría preguntarse si la progresión se da no en el número de operaciones sino en el grado de complejidad de las mismas respecto al desarrollo cognitivo del alumnado. Por ejemplo, siguiendo a Martin, Sigur y Schmidt (2005), aunque referido a la etapa de educación infantil, operaciones como observar, medir y predecir son menos complejas que procesos integrados como formular y testar hipótesis o interpretar datos. Aun así, en el curriculum no se observa progresión de operaciones básicas a más complejas (Tabla 1: 1er ciclo versus 2do ciclo).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achurra, A., Zamalloa, T. y Uskola, A. (2018). ¿Qué prácticas científicas se abordan en el currículum oficial del País Vasco para la etapa infantil? *Actas de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Iluminando el Cambio Educativo*, 703-708.

Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, *51*(8), 10-13.

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva (Andalucía).

Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importància de "què" ensenyar a l'aula de ciències. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, *29*, 29-36.

Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónomo del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco. Vitoria-Gasteiz, 15 de enero de 2016, núm. 9.

Giere, R. N. (1991). *Understanding scientific reasoning*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. Duschl, R. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research adn implementation* (pp.99-117). Rotterdam: Sense Publishers.

Jimenez-Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and underdetermination in genetics: implications for students' engagement in argumentation and epistemic practices. *Science & Education*, *23*, 465-484.

Jiménez-Aleixandre, M. P. y Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En K.S. Taber, B. Akpan (Eds.), *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education* (pp. 69-80). Rotterdam: SensePublishers.

Lederman, N. G. y Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science Education*, *71*(5): 721-734.

Martin, D. J., Jean-Sigur, R. y Schmidt, E. (2005). Process-Oriented Inquiry- A Constructivist approach to Early childhood science education: teaching teachers to do science. *Journal of Elementary Science Education*, *17* (2) 13-26.

Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *14* (3), 289-302.

Mosquera, I. M., Puig, B. y Blanco, P. (2017). Las prácticas científicas en el currículum y formación del profesorado de infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, *nº extraordinario* (2017), 2171-2176.

Mosquera Bargiela, I., Puig, B. y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, *36*(1), 7-23.

NRC (1996). *The National Science Education Standars*. Washington D.C.: National Academy Press.

NRC (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington D.C.: National Academies Press.

OECD (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Paris: OECD.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science of Teacher Education*, *25*, 177-196.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, *92*(5), 941-967.

Zembal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, *93*(4), 687-719.

P.44 Análisis de Hábitos Alimentarios Saludables en escolares de la provincia de Badajoz

[1]Franco-Reynolds L., [1]Melo L.V., [2]Sánchez S., [1]Benavente M.J., [1]De la Hoz A., [1]Costillo E., [3]Rodrigo M., [1]Calderón M.A., [1]Cubero J.,

Laboratorio de Educación para la Salud. [1]Área de Didáctica *de Ciencias Experimentales.* [2]Área de Psicología. *Universidad de Extremadura.* [3]Área de Didáctica *de Ciencias Experimentales. UCM.* España. E_mail: jcubero@unex.es

RESUMEN

Uno de los colectivos más sensibles para la enseñanza de hábitos alimentarios saludables son los escolares, siendo la educación la vía idónea para este fin. La enseñanza de una alimentación equilibrada favorece su desarrollo y la prevención de enfermedades como la obesidad. El objetivo fue investigar los hábitos de alimentación de un grupo de escolares de la provincia de Badajoz, a través de análisis de cuestionario de Adhesión a la Dieta Mediterránea (ADM). Respecto a los resultados más relevantes, indicar la media del índice Kidmed en escolares rurales, observándose diferencias significativas ($p<0,05$) entre ambos géneros (6,36±2,15 para niños y 7,40±2,11 para niñas) tras el análisis t-Student. Dados estos resultados, es recomendable un cambio de alimentación dirigido hacia la Dieta Mediterránea, a través de intervenciones educativas activas.

Palabras claves: Dieta mediterránea; Educación para la Salud; escolares; hábitos alimentarios.

INTRODUCCIÓN

La educación es el vehículo principal y más eficaz para conseguir instaurar hábitos de vida saludables y mejorar la salud de una sociedad de forma definitiva. Por eso, actualmente, se reconoce cada vez más la importancia de la Educación para la Salud (EpS), como instrumento imprescindible en la promoción de la salud de las poblaciones (Charro-Huerga y Charro, 2017).

Es la EpS consistente en "educar un estilo de vida saludable (Cubero, Costillo, Calderón, y Ruiz, 2011), la herramienta conceptual y metodológica de la promoción de la salud, donde el proceso educativo está encaminado al desarrollo integral de los niños y niñas que combinan de manera armónica y equilibrada el crecimiento personal, social y la autonomía. La escuela es un ámbito de intervención que cuenta con promotores de salud con una alta cualificación desde el punto de vista pedagógico, como son los profesores, ya sean de Educación Infantil, Primaria o Secundaria (González de Haro, 2008). Y es en el periodo escolar donde se encuentran las personas más receptivas al aprendizaje y donde se alcanzan, como señala Gavidia (2016), los principales hábitos de vida que estas pueden consolidar en los años posteriores.

La población escolar se considera un colectivo vulnerable desde el punto de vista nutricional. En esta edad comienza un periodo crítico para la consolidación de hábitos y conductas alimentarias. Además, potenciar hábitos de vida sanos como el ejercicio moderado unido a una dieta adecuada, son los ingredientes apropiados para prevenir enfermedades como la obesidad y otras patologías crónicas (Franco-Reynolds, Cubero Calderón y Luengo, 2016).

La Dieta Mediterránea (DM), considerada uno de los estándares de la alimentación saludable, se caracteriza por ser rica en alimentos de origen vegetal, por un consumo importante de pescado y aceite de oliva y por un consumo moderado de huevos, aves de corral, lácteos y vino junto con una baja ingesta de carnes rojas y dulces (Zaragoza-Martí, Sánchez-SanSegundo y Ferrer-Cascales, 2016). La DM como indican Durá y Castroviejo, (2011) garantiza un aporte de calorías y nutrientes en cantidades suficientes y proporciones adecuadas a partir de unos patrones alimentarios que proporciona una dieta equilibrada y variada.

La adhesión a la DM, como modelo alimentario saludable, puede cuantificarse mediante diferentes índices en los que se puntúa positivamente los alimentos y nutrientes que contribuyen beneficiosamente a proteger y preservar la salud. Uno de estos índices es el cuestionario Kidmed, que permite determinar rápida y sencillamente el grado de adhesión a la DM lo que, a su vez, permite identificar de manera inmediata poblaciones con hábitos alimentarios poco saludables y, por tanto, con riesgo de deficiencias y/o desequilibrios nutricionales (Serra-Majem et al, 2003).

Por todo ello, este trabajo de investigación se marcó como objetivo, siempre a través de la EpS, conocer los hábitos de alimentación saludable de un grupo de escolares de zonas rurales y zona urbana, de la provincia de Badajoz, mediante la Adhesión a la Dieta Mediterránea (ADM).

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

La muestra elegida para el trabajo estuvo compuesta por escolares que cursaban 5º y 6º de Educación Primaria, concretamente 134 estudiantes pertenecientes a zonas rurales y 167 de zona urbana, siendo sus centros educativos escogidos por conveniencia geográfica. Todos estos estudiantes contaron siempre con la autorización de los padres o tutores legales.

Metodología

Se seleccionó como instrumento de recogida de datos, el cuestionario Kidmed (Anexo I). Dicho test fue completado por cada uno de los escolares participantes en la investigación, bajo la supervisión de sus tutores (en horario escolar) y valiéndose de los conocimientos adquiridos a través del área de Ciencias Naturales relacionados con la Nutrición y Hábitos Saludables, tales como los alimentos y la dieta equilibrada.

Kidmed es el cuestionario que determina la adherencia a la Dieta Mediterránea a través de 16 preguntas, las cuales deben contestarse de forma afirmativa (si) o negativa (no). Las preguntas que representan un aspecto positivo acerca de la DM son 12 y suman un punto cada una de ellas, siempre y cuando la respuesta sea afirmativa. En cambio, son solo 4 las preguntas cuyas respuestas muestran una connotación negativa referente a la DM, restando 1 punto cada una.

Calculada la puntuación total, obtendremos el índice Kidmed. Este se clasifica de la siguiente manera:

a) De 0 a 3,99 ptos: dieta de muy baja calidad (adherencia baja).

b) De 4 a 7,99 ptos: necesidad de mejora en el patrón alimentario para adecuarlo al modelo mediterráneo (adherencia media).

c) Más de 8 ptos: dieta mediterránea óptima (adherencia alta).

Análisis estadístico

- Descriptivo: media ± desviación estándar.
- Inferencial: mediante el paquete estadístico SPSS 15. Para el estudio del contraste entre promedios, tanto de la puntuación total del test Kidmed de ambas muestras como de la puntuación obtenida por los distintos géneros, se realizaron (según procedía), las siguientes pruebas:
    - Paramétrica t-Student, debido a la distribución normal de los datos.
    - Prueba no paramétrica U Mann-Whitney, como consecuencia de la distribución no normal de los datos.

También se llevó a cabo el test Chi-Cuadrado para contrastar los distintos grados de ADM de cada muestra poblacional.

Se consideró para todas las pruebas, un valor de $p<0,05$ estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Comenzando por el análisis descriptivo de las puntuaciones obtenidas del cuestionario Kidmed, se obtuvo como resultado final, que la muestra de escolares pertenecientes a zona urbana consiguió una valoración media de adhesión a la Dieta Mediterránea de 7,23±2,24, mientras que los escolares rurales alcanzaron los 6,93±2,18 (Tabla 1). Estos datos nos revelan la adherencia media a la DM que poseen los escolares de la provincia de Badajoz. En cuanto a la puntuación media obtenida en los distintos géneros de cada muestra poblacional, se observa como las niñas alcanzan valores más altos que los niños y más próximos al grado óptimo de adhesión a la DM.

Una vez realizado el análisis inferencial, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre las puntuaciones medias de adhesión a la DM de ambas muestras (urbana y rural), aplicada la prueba no paramétrica U Mann-Whitney, al no ajustarse los datos a una distribución normal. En cambio, si se encontró dicha diferen-

cia (p<0,05) entre ambos géneros de la muestra rural (6,36±2,15 para los niños y 7,40±2,11 para las niñas; p=0,006), mediante prueba paramétrica t-Stdent.

Tabla 1: Test Kidmed: puntuación y grados de ADM

		ÍNDICE KIDMED					
Puntuación total (Media ± DS)	Urbana				Rural		
	7,23±2,24				6,93±2,18		
	Niños	Niñas			Niños	Niñas	
	6,98±2,15	7,46±2,31			6,36±2,15	7,40±2,11*	
	Urbana				Rural		
ADM	**% Total**	**% Niños**	**% Niñas**		**% Total**	**% Niños**	**% Niñas**
Baja 0-3,9 ptos.	5,39	2,99	2,40		7,46	4,48	2,99
Media 4-7,9 ptos.	41,32	21,56	19,76		50,00	25,37	24,63
Alta 8-12 ptos.	53,29	23,35	29,94		42,54	15,67	26,87

*p<0,05 para el análisis de t-Student entre niños y niñas de muestra rural (n=134)

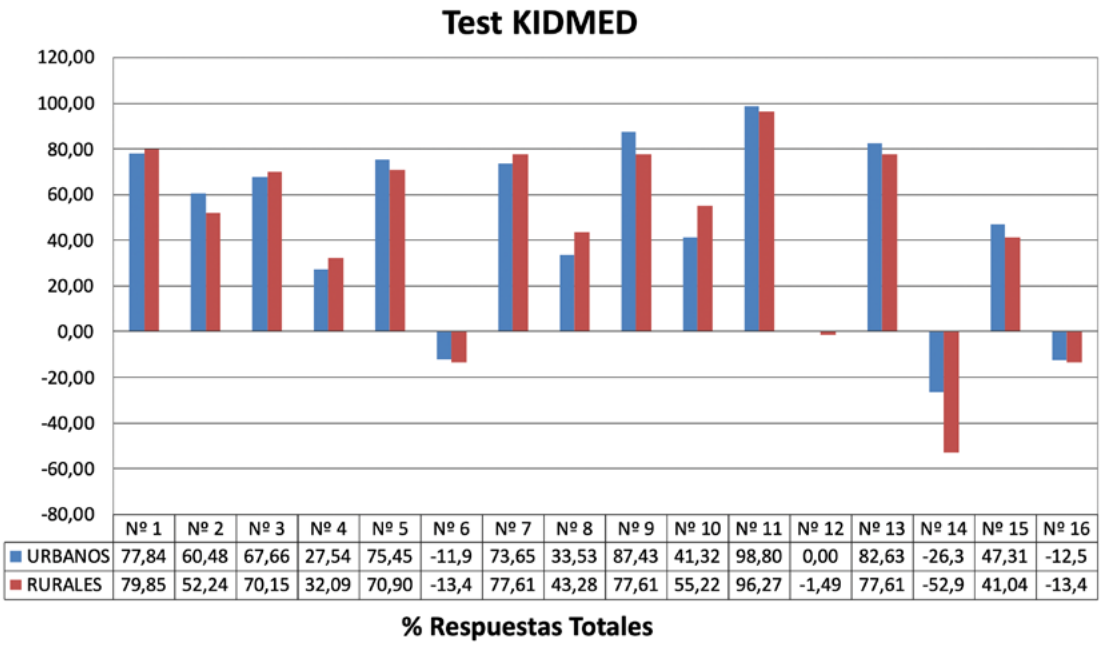
Continuando con el análisis inferencial, tampoco se halló asociación estadísticamente significativa a través de la prueba Chi Cuadrado entre los porcentajes totales obtenidos en los distintos grados de ADM de ambos grupos de muestra; ni entre el género y los valores alcanzados de ADM por cada muestra de forma independiente. Aún así, como se puede observar en la tabla 1, el porcentaje de niñas de zona rural que adquiere alta adherencia a la DM (26,87%) supera significativamente al de los niños (15,67%). Por el contrario, la adhesión media y baja de ambos géneros, en la misma muestra, alcanzan valores muy similares. Esta semejanza se da igualmente en la muestra urbana, destacando principalmente en ella que los porcentajes más altos se obtuvieron en el grado óptimo de ADM.

Todos estos resultados nos revelan además que más de la mitad de los encuestados de zona rural (57,46%) requieren mejorar sus hábitos alimentarios para llegar al grado más alto de ADM. En cambio, en la zona urbana, pese a que el porcentaje de los encuestados que alcanza el grado óptimo de adhesión supera el 50%, persiste todavía un alto número de ellos, el 46,71% (78/167), que no han adquirido rutinas de alimentación saludable.

En cuanto al análisis de los 16 ítems del test Kidmed (Anexo I), observamos en la gráfica 1, como el consumo de aceite de oliva se impone en ambos grupos de escolares (98,80% urbanos, 96,27% rurales) frente al resto de alimentos. La ingesta de una pieza de fruta diaria, de verduras, de legumbres y de pasta y/o arroz entre los estudiantes de zona rural (79,85%, 70,15%, 77,61% y 43,28% respectivamente) supera a la consumida por los niños y niñas de zona urbana (77,84%, 67,66%, 73,65% y 33,53% respectivamente).

En cambio, en cuanto a los alimentos del desayuno, son los escolares urbanos lo que mayor cantidad de cereales y lácteos toman en la primera comida del día, lo que conlleva al resultado obtenido en el ítem 12, es decir,

todos desayunan. De igual forma, son estos los que acuden con menos frecuencia a centros de comida rápida (11,9%) y los que menos bollería industrial (26,3%) y golosinas (12,5%) consumen en relación con los estudiantes rurales (13,4%, 52,9% y 13,4% respectivamente). Estos valores alcanzados en los ítems con connotación negativa en ambas poblaciones destacan la necesidad de adaptar su alimentación a los patrones de Dieta Mediterránea para poder adquirir un alto grado de adhesión.



	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº 10	Nº 11	Nº 12	Nº 13	Nº 14	Nº 15	Nº 16
URBANOS	77,84	60,48	67,66	27,54	75,45	-11,9	73,65	33,53	87,43	41,32	98,80	0,00	82,63	-26,3	47,31	-12,5
RURALES	79,85	52,24	70,15	32,09	70,90	-13,4	77,61	43,28	77,61	55,22	96,27	-1,49	77,61	-52,9	41,04	-13,4

Gráfica 1: Ítems test Kidmed. Resultados (%)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Podemos indicar que nuestra muestra de escolares, tanto de ámbito rural como urbano necesitan potenciar costumbres alimentarias saludables, pues los resultados obtenidos tras el análisis nos indican que el valor medio de Kidmed es de 7,23±2,24 y de 6,93±2,18 puntos respectivamente, es decir, poseen una ADM media sin hallarse diferencia significativa entre ambos. Aunque son pocos los estudios de esta naturaleza realizados con escolares, queremos destacar como se asemejan nuestros resultados a los alcanzados por los estudiantes valencianos, pues obtuvieron 6,83±2,29 puntos en el test, poniendo también de manifiesto un grado medio de adhesión a la DM (Rodrigo-Cano, Soriano y Aldas-Manzano, 2016).

Por otro lado, la puntuación total del índice Kidmed obtenida en la muestra rural en función del género mostró diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$). El porcentaje de adherencia media fue mayor en los niños, mientras que la adherencia alta fue superior en las niñas; tal como ocurrió en el estudio realizado en Murcia por Navarro-González, Ros, Martínez-García, Rodríguez-Tadeo y Periago (2016), con niños de edades mayores a las de este estudio, sin hallar diferencias significativas entre el género de su grupo poblacional.

De todo ello destacamos, que los hábitos de alimentación persistentes en el colectivo escolar deben ser dirigidos hacia el patrón de dieta mediterránea, para mantener un buen estado de salud. La formación de dichos hábitos, esenciales para lleva a cabo una dieta equilibrada, debe sustentarse en el aprendizaje significativo de conocimientos científicos básicos sobre alimentación y nutrición; de ahí la importancia de la información teórico-práctica sobre este tema, transmitida en los programas escolares a lo largo de toda la educación obligatoria (Calvo y López, 2007).

Cubero, Franco-Reynolds, Calderón, Caro, Rodrigo y Ruiz (2017) resaltan la necesidad de llevar a cabo en el ámbito escolar y a través de la EpS, acciones de intervención en enseñanza activas como el aprendizaje cooperativo para una educación nutricional a un nivel curricular longitudinal además del transversal, revirtiendo en un beneficio del rendimiento académico.

En definitiva, favorecer la educación nutricional entre los escolares desde edades tempranas a través de intervenciones educativas activas dirigidas a mejorar los hábitos de alimentación saludable, ayudará a frenar el avance de enfermedades como el sobrepeso o la obesidad y, a seguir progresando en la promoción de estilos de vida saludables.

BIBLIOGRAFÍA

Calvo, S. C., y López, C. (2007). Intervención nutricional en la comunidad. En Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo (Ed), *Nutrición en Salud Pública* (pp. 419-446). Madrid, España

Cubero, J., Franco-Reynolds, L., Calderón, M.A., Caro, B., Rodrigo, M., y Ruiz, C. (2017). El desayuno escolar; una intervención educativa en alimentación y nutrición saludable. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales 32*, 171-182.

Cubero, J., Costillo, E., Calderón, M.A., y Ruiz, C. (2011). La Educación para la Salud en el Espacio Europeo de la Educación Superior. *Publicaciones*, *41*, 55-64.

Charro-Huerga, E., y Charro, M.E. (2017). Formación del profesor de primaria en educación para la salud. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales 32*, 183-201.

Durá, T., y Castroviejo, A. (2011). Adherencia a la dieta mediterránea en la población universitaria. *Nutrición Hospitalaria*, *26*(3), 602-608.

Franco-Reynolds, L., Cubero, J., Calderón, M. y Luengo, L. (2016). Análisis de la calidad lipídica del desayuno en niños de 10 a12 años un recurso para la educación nutricional. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, *22*(4), 11-15

Gavidia, V. (2016). El proyecto Comsal. En V. Gavidia. (Ed.), Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela (pp. 3-18). Valencia, España: Tirant Humanidades.

González de Haro, M.D. (2008). La Educación para la Salud: asignatura pendiente para la escuela. *XXI, Revista de Educación*, *10*, 123-136.

Navarro-González, I., Ros, G., Martínez-García, B., Rodríguez-Tadeo, A., y Periago, M.J. (2016). Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con la calidad del desayuno en estudiantes de la Universidad de Murcia. *Nutrición Hospitalaria*, *33*(4), 901-908.

Rodrigo-Cano, S., Soriano, J.M., y Aldas-Manzano, J. (2016). Valoración de la efectividad de la educación alimentaria en niños de preescolar, padres y educadores. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. 20*(1), 32-39.

Serra-Majem, Ll., Ribas, L., Garcia, A., Perez-Rodriguez, C., y Aranceta, J. (2003). Nutrient adequacy and Mediterranean diet in Spanish school children and adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition. 57*(1), S35-S39.

Zaragoza-Martí, A., Sánchez-SanSegundo, M., y Ferrer-Cascales, R. (2016). ¿Se relaciona el trastorno por atracón con la adherencia a la dieta mediterránea en estudiantes universitarios? *Nutrición Hospitalaria*, *33*(6), 1385-1390.

ANEXO I.

Imagen del cuestionario Kidmed utilizado en la investigación.

Laboratorio de Educación para la Salud
Área de Dca. de Ciencias Experimentales
Campus Universitario s/n
CP: 06071. Badajoz

Colegio: _____ **Curso:** _____

Población:_____

Cuestionario KIDMED

Adherencia a la DIETA MEDITERRÁNEA en la infancia	Si / No
1- Tomas una fruta o un zumo natural todos los días.	
2- Tomas una 2ª pieza de fruta todos los días.	
3- Tomas verduras frescas (ensalada) o cocinadas regularmente una vez al día.	
4- Tomas verduras frescas o cocinadas de forma regular más de una vez al día.	
5- Consumes pescado con regularidad (por lo menos 2-3 veces a la semana).	
6- Acudes una vez o más a la semana a un centro de comida rápida (fast food) tipo hamburguesa.	
7- Te gustan las legumbres y las tomas más de 1 vez a la semana.	
8- Tomas pasta o arroz casi a diario (5 días o más a la semana).	
9- Desayunas un cereal o derivado (pan, etc.).	
10- Tomas frutos seco con regularidad (al menos 2-3 veces a la semana).	
11- Se utiliza aceite de oliva en casa.	
12- No desayunas.	
13- Desayunas un lácteo (yogurt, leche, etc).	
14- Desayunas bollería industrial, galletas o pastelitos.	
15- Tomas 2 yogures y/o 40gramos de queso cada día.	
16- Tomas golosinas y/o caramelos varias veces al día.	

P.45 ¿Qué planteamiento realizan los libros de texto sobre la nutrición celular?

Carmen Sánchez López, Isabel Banos-González, Patricia Esteve-Guirao, Magdalena Valverde Pérez y Luisa López-Banet

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia).
E-mail ibbg1@um.es.

RESUMEN

El aprendizaje del proceso de nutrición celular es esencial para que el alumnado comprenda cómo funciona su cuerpo. Este trabajo analiza el enfoque de los libros de texto de 3º ESO sobre este contenido y su relación con las ideas del alumnado y las dificultades que plantea su enseñanza. Para ello, se han establecido criterios respecto al texto, las ilustraciones y las actividades que proponen. Los resultados muestran que, básicamente, presentan descripciones sobre aspectos estructurales, sin establecer relaciones con la función de los órganos implicados, ni entre fenómenos observables y sus explicaciones a nivel celular. Abundan las imágenes, pero tampoco facilitan una visión sistémica del proceso. Las actividades no invitan a que el alumnado ponga en conflicto sus ideas, ni se contextualizan en su día a día. Se discuten algunas implicaciones educativas para la enseñanza de este contenido.

Palabras clave: nutrición celular; libros de texto; dificultades de enseñanza

INTRODUCCIÓN

Un aprendizaje adecuado sobre la estructura celular y su funcionalidad es esencial para que el alumnado pueda comprender cómo logran crecer, nutrirse y reproducirse los seres vivos, en general, y cómo funciona su propio cuerpo (Cañal 2013).

En Secundaria, los procesos celulares como el de nutrición resultan contenidos fundamentales y, para abordar su enseñanza, los libros de texto continúan siendo el recurso más frecuente en las aulas. No obstante, en estudios previos, se indica que estos manuales pueden crear una imagen equívoca de la célula, tanto desde un punto de vista estructural como funcional, de modo que podrían condicionar la comprensión de dichos procesos celulares (Camacho et al 2012).

En este sentido, parece oportuno plantear el análisis específico sobre el tratamiento que realizan estos manuales sobre la nutrición celular, para valorar si suponen un obstáculo para que los estudiantes superen sus ideas e, incluso, si estas podrían verse fortalecidas al finalizar la etapa educativa (Rivadulla-López et al. 2015).

La función de nutrición celular en Secundaria

Existen diversas investigaciones que han tratado de identificar las ideas del alumnado acerca de la nutrición celular, con el objetivo de diseñar estrategias educativas para promover la comprensión de los fenómenos implicados. A partir de su análisis, se ha determinado la relación de estas ideas con tres aspectos básicos (Tabla 1): el concepto de célula, el concepto y finalidad de la nutrición, y la intervención de órganos y sistemas en este proceso.

Tabla 1. Ideas del alumnado sobre el proceso de nutrición celular

ASPECTO	IDEAS	AUTORES
Concepto de célula	Consideran la célula como unidad estructural pero no le atribuyen funciones.	Vijapurkar et al. 2014
	No establecen relaciones de escala adecuadas entre las células y los orgánulos.	Vlaardingerbroek et al. 2014
Concepto y finalidad de la nutrición	Utilizan como sinónimos los términos de nutrición y alimentación, de forma que la nutrición celular la asocian a un proceso similar a la digestión de los alimentos.	Flores et al. 2003
	Consideran que el agua proporciona energía pero no consideran que esté sujeta a ningún proceso en el interior celular.	
	Reconocen la función energética de los nutrientes pero no la estructural y reguladora.	Rivadulla-López et al. 2015
Intervención de órganos y sistemas en el proceso	En ningún caso consideran la nutrición a nivel celular.	
	Priorizan la intervención del sistema digestivo frente al resto.	
	No reconocen el papel del sistema excretor en relación a los procesos celulares.	
	Identifican la respiración como el intercambio gaseoso que tiene lugar en los pulmones, no como un proceso celular.	Flores et al. 2003

La revisión de estas ideas parece indicar que el conocimiento previo y los esquemas mentales del alumnado al abordar esta temática suelen estar relacionados con la estructura celular, más que con su funcionamiento (Fernández y Jiménez 2018). Esto sugiere la existencia de mayores dificultades para comprender la funcionalidad celular que sus características estructurales. Para García et al. (2002), en general, los aspectos funcionales tienen una mayor variabilidad interpretativa, se prestan a mayor confusión y se introducen conceptos más novedosos con una mayor frecuencia, dado que el mayor avance científico se centra sobre estos aspectos.

Junto a lo anterior, también debemos señalar que se trata de procesos celulares que no pueden ser observados a simple vista por el alumnado (Tapia y Arteaga 2012). Las dificultades para vincular sucesos microscópicos y macroscópicos, podría obstaculizar que nuestros estudiantes construyan asociaciones adecuadas entre las características y las funciones de las células con las características y las funciones de los seres vivos (Vijapurkar et al. 2014).

De otra parte, los procesos integrados en la nutrición celular tienden a ser percibidos por el alumnado como independientes. Esto puede estar relacionado con el requerimiento de un elevado nivel de abstracción para comprender el proceso en su conjunto, e implica problemas para reconocer cómo intervienen los distintos órganos y aparatos de forma sistémica (Verhoeff et al. 2008). No obstante, también puede estar fuertemente vinculado al enfoque de los libros de texto, como uno de los recursos más utilizados en las aulas; y de ahí la necesidad de su análisis.

En general, la mayoría de estos manuales describen los procesos básicos que llevan a cabo los seres vivos para su nutrición de forma independiente, sin enfatizar en las interconexiones existentes. Por lo tanto, resultará difícil que se comprendan estos procesos, que van desde el nivel pluricelular hasta el celular y alcanzar una visión sistémica de la nutrición. Además, este enfoque condiciona la comprensión sobre el funcionamiento de determinados órganos al aislarlos de los sucesos celulares. Por ejemplo, si no se aborda la nutrición como un proceso celular, el aparato excretor podría carecer de sentido (Flores et al. 2003).

Estudios previos indican que el planteamiento de los libros de texto podría propicia un exceso de terminología científica, con escasas actividades que permitan la interconexión de distintos conceptos. Además, en su mayoría, tienden a ofrecer un tratamiento descontextualizado de la nutrición. Es decir, no parecen abordar la temática desde un punto de vista próximo a la vida cotidiana del alumnado, lo que podría suponer un importante obstáculo en la comprensión del contenido y su interés (García y Martínez-Losada 2005).

OBJETIVO

En el marco de un proyecto educativo más amplio sobre formación del profesorado, este trabajo pretende analizar el planteamiento que realizan los libros de texto sobre la nutrición celular, con atención a cómo consideran las ideas de los estudiantes respecto a este proceso.

METODOLOGÍA

Muestra de estudio

En el currículum actual, el estudio de la función de nutrición está incluido expresamente en 3º ESO, y se orienta a reconocer los aparatos implicados y su intervención en el proceso, así como a la diferenciación de las principales estructuras celulares y sus funciones, con atención a la distinción entre nutrición y alimentación.

Por tanto, para realizar el análisis planteado, se ha seleccionado una muestra de libros de texto de este nivel, correspondientes a 6 de las editoriales más usadas por los centros de Secundaria de Murcia: Anaya, Ecir, Edebé, Oxford, Vicens Vives y SM.

Criterios de análisis

Análisis del texto

Con el fin de valorar la idoneidad de los textos utilizados, de acuerdo con García y Martínez-Losada (2005), se han establecido una serie de criterios en relación a las ideas del alumnado sobre esta temática (Tabla 2), identificadas en el apartado anterior.

Tabla 2. Criterio para el análisis de los textos

CRITERIOS	
T1	Funcionalidad principal del texto
T2	Presenta los términos científicos clave, limitando el exceso de terminología
T3	Establece una diferencia clara entre nutrición y alimentación
T4	Remarca la diferencia entre nutrición y digestión
T5	Otorga igual atención a todos los aparatos implicados en la nutrición, sin enfatizar en el digestivo
T6	Enfatiza el papel de la sangre como medio de transporte de los nutrientes desde los aparatos hasta las células
T7	Trata la nutrición de forma sistémica
T8	Permite relacionar sucesos microscópicos y macroscópicos
T9	Establece una relación clara de la nutrición a nivel celular
T10	Establece asociaciones entre las características y las funciones de las células con las características y las funciones de los seres vivos
T11	Trata la respiración a nivel celular, relacionándola con la obtención de energía
T12	Establece la diferencia entre excreción y defecación.

Análisis de las ilustraciones

Dado que la nutrición celular abarca fenómenos que no pueden ser observados a simple vista, el análisis de las ilustraciones resulta de interés, pues pueden contribuir de forma clave a su comprensión. Los criterios de análisis de estos elementos (Tabla 3) se basan en propuestas aportadas por Perales (2006), Palmero (2003) y Tapia y Arteaga (2012).

Tabla 3. Criterio para el análisis de las ilustraciones

CRITERIO	
I1	Porcentaje de la página ocupado
I2	Función (Decorativas, Ilustrativas, Explicativas o Complementarias)
I3	Muestran conexiones entre los distintos aparatos que intervienen en la nutrición
I4	Establecen una relación clara entre los aparatos implicados en la nutrición y la célula
I5	Representan la célula de forma tridimensional
I6	Representan la célula en un conjunto, no de forma aislada
I7	Hacen referencia a la escala
I8	Las imágenes muestran aspectos anatómicos de la célula
I9	Las imágenes de la célula hacen referencia a aspectos funcionales
I10	Aparece representado el proceso de respiración celular

Análisis de las actividades

Las actividades han de contribuir a la adquisición de los conocimientos necesarios y su aplicación a distintos contextos. Para valorar la adecuación de las propuestas en los libros de texto se valora el tipo de actividad, su grado de apertura y contextualización, así como el tipo de respuesta que exigen (Martínez-Losada y García-Barros 2003; Cañal 2000).

Para garantizar la coherencia y la fiabilidad de los resultados de estos análisis, dos investigadores independientes participaron en todo el proceso analítico. En caso de haberlas, se discutieron las discrepancias y se llegó a un acuerdo en la codificación. Se calculó un coeficiente de confiabilidad entre evaluadores de 0.90, considerado un valor aceptable (Miles y Huberman 1994).

RESULTADOS

Resultados sobre los textos utilizados

Se observa que la función dominante de todos los textos es descriptiva (T1), con la información estructurada en distintos apartados y proporcionando, mayoritariamente, hechos y definiciones sobre las características de los aparatos y los fenómenos que intervienen en la nutrición. Los textos carecen de contextualización, de modo que ninguno presenta escenarios cercanos, por ejemplo, relacionados con la salud de las personas, a los que los estudiantes puedan dar respuesta a través de la interpretación de los fenómenos de nutrición.

En cuanto a la terminología científica (T2), todas las editoriales incluyen numerosos términos, alrededor de los cuales gira todo el contenido del texto. Sin embargo, dos de ellas (Oxford y Vicens Vives) destacan por un todavía mayor exceso. Como recoge la tabla 4, en cuanto a la definición de términos, a excepción de Ecir y Oxford, las demás editoriales diferencian entre los procesos de nutrición y de alimentación (T3). Sin embargo, todos los textos recogen de forma explícita las diferencias entre los procesos de nutrición y digestión (T4), y otorgan una importancia similar a los aparatos implicados (T5), sin destacar el papel del digestivo. De igual forma, es señalado el papel de la sangre como medio de transporte de los nutrientes desde los aparatos hasta las células (T6).

Sin embargo, en relación al enfoque sistémico (T7), las editoriales analizadas presentan la función de los aparatos de forma aislada. Es decir, se describen a nivel anatómico de forma independiente, y de manera muy superficial a nivel funcional; pero no se enfatiza en las conexiones que existen entre ellos. Además, en los textos son escasas o nulas las referencias a lo que sucede durante este proceso a nivel celular (T8 y T9), de modo que la nutrición se aborda desde cómo intervienen los diferentes aparatos, sin que existan conexiones evidentes entre sí o con los fenómenos a nivel celular. En coherencia con lo anterior, apenas se aborda la relación entre las características y funciones inherentes a la célula con las características y funciones de los seres vivos (T10), sólo tratada en Edebé.

En el caso de la respiración (T11), la reconocen a nivel celular, relacionándola con un proceso de obtención de energía que tiene lugar en las mitocondrias, aunque en el caso de Anaya este proceso sólo se explica como el intercambio de gases pulmonar. Finalmente, en cuanto a la excreción y la defecación (T12), los textos diferencian entre ambos sucesos, aunque a modo de definiciones que se presentan en epígrafes o incluso temas distintos, por lo que, parece poco probable que los estudiantes las detecten.

Tabla 4. Resultados del análisis del texto en relación a los criterios establecidos

CRITERIO	ANAYA 2015	ECIR 2015	EDEBÉ 2015	OXFORD 2015	VICENS VIVES 2015	SM 2015
T3	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
T4	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
T5	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
T6	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
T7	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T8	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T9	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T10	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
T11	NO	SI	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
T12	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Resultados sobre las imágenes utilizadas

Las ilustraciones presentan un papel relevante al abordar la función de nutrición, ya que ocupan entre el 30% y el 40% de la superficie total (I1). Predominan las de tipo ilustrativo, que representan ciertos aspectos descritos en el texto que acompañan, sin aportar información adicional (Tabla 5). Un ejemplo son los esquemas de los distintos aparatos, comunes a todos los manuales, aunque con distintos niveles de complejidad. Sin embargo, rara vez estos esquemas relacionan todos los aparatos implicados entre sí (I3) o con la célula (I4).

Por otro lado, en cuanto a la representación de las células, suele ser tridimensional, aunque casi siempre, aparecen esféricas y aisladas (I5 y I6). Además, en ningún caso se hace referencia a la escala ni de la célula ni de los orgánulos, y estos últimos se representan con tamaños relativos erróneos (I7).

Finalmente, en coherencia con los textos que las acompañan, en las ilustraciones sólo aparecen aspectos anatómicos de las células y los aparatos (I8 y I9), a excepción de Ecir, que no incluye ni aspectos morfológicos ni funcionales. En cuanto al proceso de respiración celular (I10) solo aparece representado como tal en Edebé y SM, representado en el interior de una mitocondria, y en Vicens Vives, en el interior de una silueta humana.

Tabla 5. Resultados del análisis de las ilustraciones en relación a los criterios establecidos

CRITERIO	ANAYA 2015	ECIR 2015	EDEBÉ 2015	OXFORD 2015	VICENS VIVES 2015	SM 2015
I1	40	30	30	40	40	30
I2						
Decorativas	20	7	4	12	25	20
Ilustrativas	10	14	10	9	12	26
Explicativas	5	5	2	6	10	6
Complementarias	6	2	1	6	4	5
I3	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
I4	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ
I5	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
I6	NO	NO	NO	NO	NO	NO
I7	NO	NO	NO	NO	NO	NO
I8	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
I9	NO	NO	NO	NO	NO	NO
I10	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ

Resultados sobre las actividades planteadas

La mayoría de los libros evaluados presenta alrededor de unas 25 actividades relacionadas con el proceso de

la nutrición celular, a excepción de Anaya y Ecir, que tienen 16 y 14 respectivamente. La mayoría se trata de cuestiones cerradas como ejercicios de lápiz y papel, orientadas a la recuperación de información presente en el texto. Mientras, las actividades de investigación o prácticas son muy escasas, y hasta ausentes en el caso de Anaya.

Tampoco existen actividades destinadas a que el alumnado explicite sus ideas, y son puntuales aquellas que permiten relacionar los sucesos macroscópicos y microscópicos o las destinadas al aprendizaje de procedimientos.

Respecto a la contextualización, la gran mayoría no presenta situaciones próximas al alumnado y solo algunas pueden relacionarse débilmente con aspectos de su interés, por ejemplo, el mal de altura.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Los manuales que suelen ser utilizados en las aulas se presentan como una versión simplificada de los manuales específicos de Biología. No se incluyen situaciones o problemas cercanos al alumnado, que ayuden a otorgar sentido al estudio de estos contenidos para sus vidas (Miranda et al. 2014). De modo que, tal y como están planteados, no resultarían un material de gran valor educativo; incluso, los resultados sugieren que podrían llegar a contribuir a reforzar las ideas previas de los estudiantes (Rivadulla-López et al. 2015).

En este sentido, sería interesante proponer distintos supuestos sobre cómo utiliza o moviliza el cuerpo algunas sustancias hasta el nivel celular. Por ejemplo, el consumo de alimentos energéticos para la realización de actividades físicas, o la incorporación de calcio para reparar un hueso roto. También podría ser interesante abordar algunas enfermedades mitocondriales y su afección sobre determinados órganos según sus necesidades energéticas. Con estos supuestos, además de establecer estas relaciones macro-micro y reconocer los intercambios entre sangre y células, se puede promover una visión sistémica del proceso. Resulta imprescindible que el alumnado conciba la nutrición como un proceso integrado, no como una suma de procesos individualizados, de modo que será necesario enfatizar en estas relaciones y que se hagan explícitas (Verhoeff et al. 2008).

Para abordar estas cuestiones, el uso de maquetas tendría especial interés, ya que facilitaría la visualización de sucesos microscópicos y la atención a la funcionalidad del proceso en conexión con los aspectos estructurales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades la concesión del proyecto PGC2018-097988-A-I00 en el que se enmarca esta investigación e incluye cofinanciación europea con fondos FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camacho, J. P., Jara, N., Morales, C., Rubio, N., Muñoz, T., y Rodríguez, T. (2012). Los modelos explicativos del estudiante acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *9*(2), 196-212.

Cañal, P. (2000). Las actividades de enseñanza: Un esquema de clasificación. *Revista Investigación en la Escuela*, *40*, 5-21.

Cañal, P. (2013). Introducción a la monografía: enseñar y aprender sobre la célula viva. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *73*, 5–14.

Fernández, M. D. M. y Jiménez, M. P. (2018). Difficulties learning about the cell. Expectations vs. reality. *Journal of Biological Education*, 53(3), 333-347.

Flores, F., Tovar, M. E. y Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, *25*(2), 269-286.

García, S., y Martínez-Losada, C. (2005). La nutrición en textos escolares del último ciclo de Primaria y primero de Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *Vol. extra*, 1-6.

Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares: ¿qué objetivo persiguen?, ¿qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, *21*(2), 243-264.

Miles, M. B. y Huberman, A. M. (1984). *Qualitative Data Analysis. A Sourcebook of new methods*. Beverly Hills, Sage Publications, 263 p.

Palmero, M. L. R. (2003). La célula vista por el alumnado. *Ciência & Educação*, *9*(2), 229-246.

Perales, F.J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *24*(1), 13-30.

Rivadulla-López, J. C., García Barros, S., y Martínez Losada, C. (2015). Historia de la Ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13*(1), 53-66.

Tapia, F. J. y Arteaga, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, *30*(3), 281-294.

Verhoeff, R., Waarlo, A. J. y Boersma, K. T. (2008). Systems Modelling and the Development of Coherent Understanding of Cell Biology. *International Journal of Science Education*, *30*(4), 543-568.

Vijapurkar, J., Kawalkar, A. y Nambiar, P. (2014). What do Cells Really Look Like? An Inquiry into Students' Difficulties in Visualising a 3-D Biological Cell and Lessons for Pedagogy. *Research in Science Education*, *44*(2), 307–333.

Vlaardingerbroek, B., Taylor, N. y Bale, C. (2014). The Problem of Scale in the Interpretation of Pictorial Representations of Cell Structure. *Journal of Biological Education*, *48*(3), 154–162.

P.46 El suelo en el currículum de Educación Primaria española. Un análisis geográfico

Arritokieta Ortuzar, José Ramón Díez

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. E-mail: arritxu.ortuzar@ehu.eus.

RESUMEN

El suelo es parte fundamental de los ecosistemas y está relacionado con problemas ambientales globales. Para determinar su presencia en los currículos de Educación Primaria (EP) españoles, se realizó un recuento de la frecuencia con la que varios términos relacionados con el suelo se mencionaban en los mismos. Estos resultados se compararon con algunas características relativas a los usos del suelo de las autonomías. Se constató que el término "suelo" raramente se encuentra en los currículos de EP y que la mayoría de términos relacionados aparecen con mayor frecuencia en el área de las Ciencias Sociales que en la de las Ciencias Naturales. La única relación observada fue la que se mostró entre la extensión relativa de cultivos herbáceos en la autonomía y la frecuencia relativa de aparición del término "agricultura" en los currículos de EP autonómicos.

Palabras clave: Suelo; Curriculum, Educación primaria; Ciencias de la Tierra;Entorno.

INTRODUCCIÓN

El suelo es parte fundamental de los ecosistemas terrestres y está estrechamente vinculado a problemas globales a nivel planetario como el cambio climático, la sostenibilidad de los recursos hídricos y la seguridad alimentaria (Margenot *et al.*, 2016). A pesar de su importancia, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que una cuarta parte de los suelos agrícolas del mundo se ha degradado significativamente a causa de malas prácticas de uso de la tierra y de los impactos del Cambio Climático y del Cambio Global (FAO, 2011). Además, se ha de tener en cuenta que sólo el 11% de la superficie del planeta es cultivable (Banco Mundial, 2018) y que la mayoría de los suelos del mundo son un recurso no renovable durante el período de la vida humana (Cruse *et al.*, 2013).

Por todo ello, se precisa una sociedad que cuente con personas alfabetizadas en las Ciencias de la Tierra (Pedrinaci *et al.*, 2013) y que tengan experiencia en el uso sostenible del suelo (AEMA, 2002). Así mismo, es necesario crear conciencia sobre la necesidad de gestionar adecuadamente el entorno natural y garantizar su preservación para las generaciones futuras (Fernández et al, 2017). Por tanto, en línea con los objetivos descritos, y en lo referente a la Agenda 2030, la educación en torno al suelo contribuye a la consecución los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (2015) para el año 2030, particularmente a los siguientes 6 objetivos: *2. Terminar con el hambre, 6. Agua potable y saneamiento, 11. Ciudades y comunidades sostenibles, 12. Consumo responsable, 13. Combatir el cambio climático y 15. Proteger los ecosistemas terrestres.*

A nivel fundamental, mediante la educación en Ciencias de la Tierra debería mejorarse la capacitación del alumnado en relación a este recurso natural, máxime cuando en varios informes de la Comisión Europea (CE) se ha expresado preocupación debido a la escasa conciencia pública sobre el papel del suelo (CE, 2012). Desde EE.UU., Margenot *et al.* (2016), sugieren que la poca presencia de contenido sobre Ciencias de la Tierra en los currículos de Educación Primaria (EP) puede ser una de las causas de esa escasa conciencia. A este respecto, Martínez *et al.* (2015) explican que estos contenidos estaban anteriormente incluidos en la asignatura Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en los currículos de EP españoles. Sin embargo, desde la entrada en vigor de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa LOMCE (2013), pasaron a formar parte de la asignatura troncal de Ciencias Sociales, por lo que dejaron de corresponder a las "Ciencias Naturales" y se desdibujó el enfoque general de sus contenidos y las actividades prácticas relacionadas. En Educación Secundaria, Pedrinaci (2012) también señalaba la escasa presencia de las Ciencias de la Tierra, a pesar del consenso general sobre la relevancia educativa, ambiental y social de ese conocimiento.

Por todo ello, en este trabajo se pretenden determinar: i) la presencia del concepto del suelo en los currículos autonómicos de EP; ii) la relación existente entre los usos del suelo de cada comunidad autónoma y la presencia de ciertos términos relacionados en su currículo de EP.

METODOLOGÍA

Presencia del concepto suelo en los currículos autonómicos de EP

Según la LOMCE, el diseño del currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Educación Primaria (EP) en España corresponde principalmente al Ministerio de Educación y Formación Profesional y a las Consejerías o Departamentos de Educación de las comunidades autónomas (Eurydice, 2019). Así pues, existen 17 diferentes currículos de EP correspondientes a cada una de las comunidades autónomas del estado (Tabla 1)que se recogieron en este trabajo.

Tabla 1. Currículos de Educación Primaria por comunidad autónoma y decretos a los que corresponden

COMUNIDAD AUTÓNOMA	NORMATIVA
Andalucia	Decreto 97/2015 del 3 de marzo
Aragón	Orden ECD/850/2016, de 29 de julio
Asturias	Decreto 82/2014, del 28 de agosto
Baleares	Decreto 32/2014, del 18 de julio
Canarias	Decreto 89/2014 de 1 de agosto
Cantabria	Decreto 27/2014, de 5 de junio,
Castilla-La Mancha	Decreto 54/2014, de 10/07/2014
Castilla y León	Decreto 26/2016, de 21 de julio
Cataluña	Decreto 119/2015, de 23 de junio
Comunidad Valenciana	Decreto 88/2017, de 7 de julio
Extremadura	Decreto 103/2014, de 10 de junio
Galicia	Decreto 05/2014, de 4 de septiembre,
Madrid	Decreto 89/2014, de 24 de julio
Murcia	Decreto 198/2014, de 5 de septiembre
Navarra	Decreto Foral 60/2014, de 16 de julio
País Vasco	Decreto 236/2015 de 22 de diciembre
La Rioja	Decreto 24/2014, de 13 de junio

Se realizó una búsqueda preliminar del término "suelo" en los diferentes currículos autonómicos de EP del estado. También, puesto que diversos trabajos coinciden en señalar que muchos estudiantes consideran al suelo como algo inerte, sin vida, que sirve únicamente para pisar, sobre el que se apoya todo (Ibarra *et al.*, 2010), se buscaron las palabras "planta/s", "agricultura", "mineral/es" y "minería". Se detectó que éstas se encontraban, principalmente, en las áreas correspondientes a las áreas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. De ahí que las búsquedas posteriores se delimitaron a estas áreas. A continuación, además de observar el ámbito en el que se mencionan cada uno de los términos, se determinó su frecuencia de aparición en las áreas de cada currículo de EP autonómico.

Posteriormente, se calculó la frecuencia relativa con la que se mencionaba cada término en cada currículo autonómico de EP. La frecuencia relativa se define como el producto de la frecuencia con la que aparecía el término en cuestión en el currículo autonómico de EP, entre la suma de las frecuencias con las que aparecen todos los términos buscados en el mismo currículo, multiplicado por 100.

Relación entre los usos del suelo de cada comunidad autónoma y la frecuencia relativa de los términos

La extensión relativa de cultivos herbáceos se define como el producto de la división entre la extensión de cultivos herbáceos en la comunidad autónoma elaborado a partir de MAPA (2017) y la extensión total de la comunidad, multiplicado por 100. Ésta se calculó en cada una de las comunidades autónomas y se comparó con la frecuencia con la que aparecieron los términos "suelo", "planta" y "agricultura" en cada currículo autonómico.

Además, se recogieron el número de explotaciones mineras y el valor relativo de la producción minera por comunidad autónoma publicados por el Ministerio para la Transición Energética (2017) y se compararon con la frecuencia con la que aparecía el término "mineral".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presencia del concepto del suelo en los currículos autonómicos de EP

Tras una búsqueda preliminar, se observó que la gran mayoría de los términos estudiados se encontraban en las áreas correspondientes a las áreas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, por lo que en la tabla 2 se muestra la frecuencia con la que se encontraron cada una de estas palabras para cada una de estas áreas en cada uno de los currículos analizados.

El término "suelo" sólo aparece tímidamente (un máximo de 5 veces) en los currículos de 6 de las 17 Comunidades Autónomas estudiadas: Asturias, Comunidad Valenciana, Navarra, Aragón, Castilla la Mancha y Castilla y León; curiosamente, las tres últimas, junto con Andalucía, son las autonomías más extensas del estado (Tabla 2). Además, la aparición del término es más frecuente en el Área de las Ciencias Sociales que en el de las Naturales; de hecho, sólo en dos de las 17 Comunidades este término se observa dentro de las Ciencias Naturales: Castilla y León y Navarra (Tabla2). En Castilla y León se menciona en el bloque III: *los seres vivos*, como parte integrante de un ecosistema que se ha de conocer; mientras que en Navarra aparece en bloque IV: *materia y energía*, donde se insta al alumnado a identificar y explicar los efectos de algunos tipos comunes de contaminación en el aire, el suelo y el agua y se exponen algunas de las acciones con las que podemos prevenir o reducirla.

En el caso de las Ciencias Sociales, los currículos que incluyen el término "suelo" lo hacen en el bloque II: *el mundo en el que vivimos*. En este caso, el tratamiento de suelo difiere entre comunidades. Así, por ejemplo, se propone que se trabaje su contaminación y el cambio climático (Aragón, Castilla La Mancha, Castilla y León y Navarra), se trata junto a otros elementos del medio físico: suelo, relieve, clima (Comunidad Valenciana), se plantea la caracterización del suelo de la Comunidad Autónoma (Asturias) o se hace referencia a los usos del propio suelo: residencial, deportivo, equipamientos, comercial (Comunidad Valenciana).

El vocablo "planta" aparece 530 veces en el área de Ciencias Naturales y 12 veces en la de Ciencias Sociales. Es decir, al contrario que "suelo" aparece más frecuentemente (aproximadamente 44 veces más) en el área de Ciencias Naturales que en el de Ciencias Sociales (Tabla2) y lo hace, como era previsible, en el bloque III: los seres vivos. Los contenidos, en general, tratan sobre su estructura, la identificación y clasificación de diferentes plantas, sobre cómo se nutren y reproducen, y de cómo sacan provecho de las mismas los animales y las personas. También se menciona la promoción de hábitos de cuidado del entorno. En el área de las Ciencias Sociales, el término aparece mayoritariamente en los bloques II: *el mundo en el que vivimos* y III: *vivir en sociedad*. En esta área, las menciones que implican el término se refieren a su aprovechamiento, su adaptación al clima y, más frecuentemente, al cuidado del entorno.

Tabla 2. Frecuencia con las que las palabras buscadas aparecen en cada uno de los currículos autonómicos en las áreas de Ciencias Naturales (N) y en la de Ciencias Sociales (S)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	SUELO		PLANTA/S		AGRICULTURA		MINERAL/ES		MINERÍA		TOTAL
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	
Andalucía	-		31	-	-	4	-	21	-		56
Aragón	-	1	35	1	1	6	-	6	-	2	52
Asturias	-	1	71	1	-	1	-	10	-		84
Baleares	-		8	-	-	2	-	7	-		17
Canarias	-		34	1	-	2	-	12	-		49
Cantabria	-		33	2	-	1	2	6	-		44
Castilla-La Mancha	-	1	52	4	-	4	-	10	-	1	72
Castilla y León	4	3	23	-	-	1	-	10	-		41
Cataluña*	-		13	-			-	1	-		14
Comunidad Valenciana	-	5	9	-	2	4	-	3	-		23
Extremadura	-		31	-	-	3	-	9	-		43
Galicia	-		33	-	-	1	-	9	-		43
Madrid	-		20	-	-		-	2	-		22
Murcia	-		21	-	-	1	-	4	-		26
Navarra	1	3	73	2	7	8	-	15	-		109
País Vasco	-		6	-	-	3	-	4	-	1	14
La Rioja	-		37	1	4	1	-	8	-		51
Total	5	14	530	12	14	42	2	137	-	3	759

**Las áreas denominadas "Conocimiento del Medio Natural" y "Conocimiento del Medio Social y cultural" en Cataluña se equiparan al área de Ciencias Naturales y a la de Ciencias Sociales respectivamente.*

El término "agricultura" se contabiliza un total de 64 veces en las áreas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Como en el caso de "suelo", la frecuencia con la que la palabra se detecta es unas tres veces mayor dentro del área de las Ciencias Sociales (Tabla 2). Generalmente, en los bloques II: *vivir en sociedad* y IV: *las huellas del tiempo*. Por otro lado, destaca Navarra, no sólo por la cantidad de veces en las que se menciona la agricultura, sino porque además de en el área de las Ciencias Sociales, también se menciona en el área de las Ciencias Naturales. Específicamente dentro de los bloques I: *iniciación a la actividad científica*, donde se propone la realización de un proyecto sobre la agricultura, y III: *los seres vivos*. De nuevo en el bloque I, también en la Rioja se

plantea la realización de un proyecto en relación con la agricultura.

Los términos "mineral/es" y "minería" se mencionan un total de 139 y 3 veces respectivamente y se detectan casi exclusivamente en el área de Ciencias Sociales dentro del bloque II: *el mundo en que vivimos* haciendo referencia a la clasificación de minerales y rocas y sus propiedades y usos. En Cantabria, "mineral/es" también se menciona en el área de las Ciencias Naturales dentro del bloque IV: *materia y energía*, en relación con la clasificación del origen de los materiales

Se observa que todos los términos estudiados excepto "minería" son más frecuentes que "suelo", particularmente "planta". Además, este último término es el único que se cita más en la sección de Ciencias Naturales que en la de Ciencias Sociales. Los demás: "suelo", "agricultura", y "mineral/es" se mencionan entre 3 y 68 veces más en el área de Ciencias Sociales (Tabla 2) y "minería" sólo en el de las Ciencias Sociales. Este hecho es coincidente con la desvinculación de la mayoría de los contenidos sobre Ciencias de la Tierra de las Ciencias Experimentales y su vinculación a las Ciencias Sociales descrita por Delgado y Calonge (2018) tras la reestructuración de contenidos que supuso la LOMCE (Martínez Peña et al., 2015).

Relación entre los usos del suelo de cada comunidad autónoma y la frecuencia relativa de los términos

Si bien no se detectó ninguna relación entre los términos "suelo" y "planta/s" y la extensión relativa de cultivos herbáceos por comunidad, se observó que el término "agricultura" tiene una presencia relativa mayor al 4% en la mayoría de las comunidades en las que sus cultivos de herbáceos ocupan aproximadamente más de una tercera parte de la superficie de la comunidad (MAPA, 2017) (Figura 1). Este es el caso por ejemplo, de la Comunidad Valenciana, con una extensión de herbáceos respecto a la superficie total de la comunidad de un 32%, Aragón (37%) y Navarra (44%).

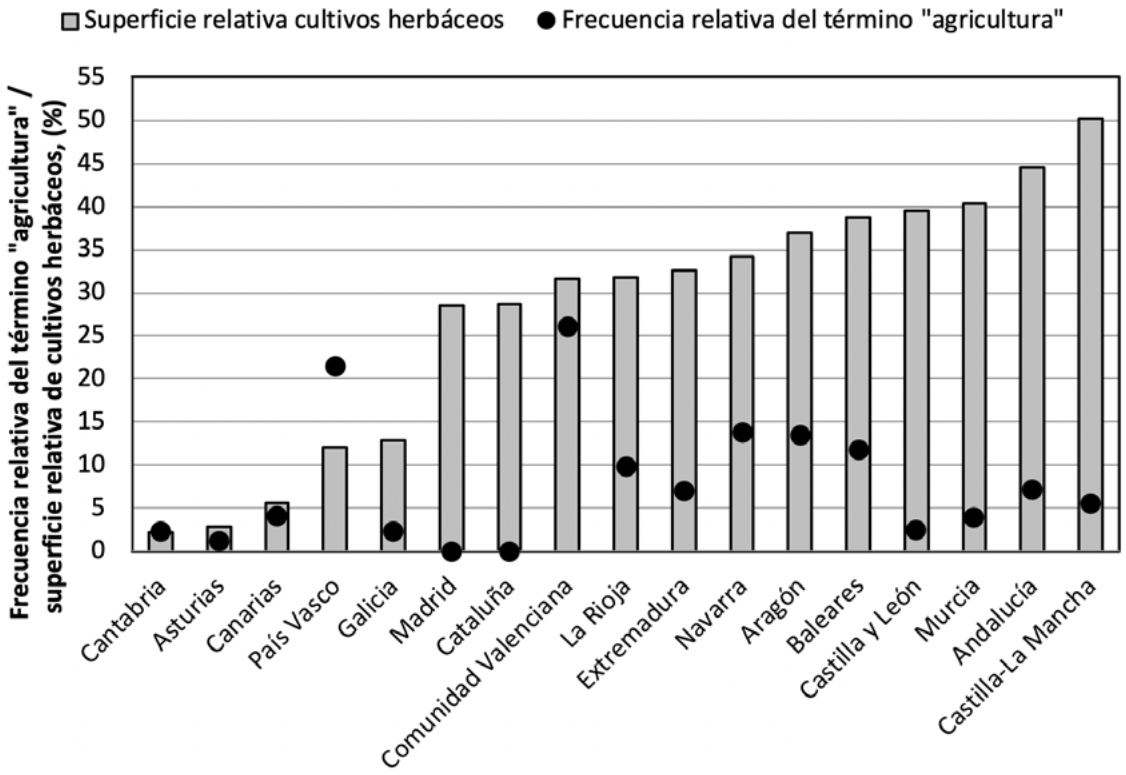


Figura 1. Superficie de cultivos herbáceos en relación a la superficie total de la comunidad autónoma (%9 frente a la frecuencia relativa con la que el término "agricultura" se encuentran en los currículos de Educación Primaria (%).

Las claras excepciones a la regla descrita son dos: Castilla y León, donde la frecuencia relativa del término en su currículo de EP es algo menor que la previsible según el indicador descrito, y el País Vasco. Sin embargo, en el currículo de Castilla y León es donde más veces se menciona el término "suelo" (Tabla 2) y éste se aborda acertadamente desde el área de las Ciencias Naturales como parte de un ecosistema que se ha de conocer. A su vez, en el currículo del País Vasco, el término "agricultura" se menciona con mayor frecuencia relativa a la esperada. En relación a ello, cabe mencionar el hecho de que algo más de la mitad de los Centros Escolares del País Vasco cuentan con algún tipo de huerto escolar (Ingurugela, 2018).

Por otra parte, no se estableció ninguna relación entre la frecuencia relativa en la que aparecieron los términos "suelo", "mineral/es" y "minería" con ninguno de los parámetros tales como número de explotaciones o valor relativo de la producción minera.

CONCLUSIONES

A pesar del consenso general sobre la relevancia educativa, ambiental y social del suelo, su presencia relativa en los currículos de EP españoles es muy limitada. Además, el suelo se aborda más a menudo en las Ciencias Sociales, relegando el conocimiento de este aspecto crucial a un segundo plano en las Ciencias Naturales.

Por otro lado, entre las características de las autonomías estudiadas solo se detectó la influencia de la extensión relativa de cultivos herbáceos en los currículos autonómicos de EP puesto que se pudo establecer una relación entre ésta y a la frecuencia relativa de aparición del término "agricultura" en los currículos.

REFERENCIAS

Agencia Europea de Medio Ambiente, AEMA. (2002). Con los pies en la tierra: la degradación del suelo y el desarrollo sostenible en Europa. Un desafío del siglo XXI. *Problemas medioambientales*, 16, 1-34.

Banco Mundial. (2018). *Tierras cultivables (% del área de tierra)*. Recuperado el 04-03-2020 de: https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.ARBL.ZS?view=chart

Comisión Europea, CE. 2012. *Informe de la Comisión al Parlamento europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*. Recuperado el 6-03-2020 de: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52012DC0046

Cruse, R., Lee S., Fenton T.E., Wang E. y Laflen J. (2013). Soil renewal and sustainability. *Principles of sustainable soil management in agroecosystems*. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & FrancisGroup.

Delgado, J.M. y Calonge M.A. (2018). Estudio de la presencia de la Geología en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26.2, 154-162.

Eurydice (2019). *Organización y Administración general del Sistema Educativo*. Recuperado el 06-03-2020 de: https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/organisation-and-governance-79_es

Food and Agriculture Organization, FAO (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) -Managing systems at risk*. New York: FAO and Earthscan.

Fernández A., Sesto V., y García-Rodeja I. (2017). Modelos mentales de los estudiantes de secundaria sobre el suelo. *Enseñanza de las Ciencias*, 35, 127-145. http://dx.doi.org/1-.5565/rev/ensciencias.2217

Ibarra J., Carrasquer J. y Gil M. J. (2010). Un proceso oscuro y anónimo: la descomposición de la materia viva. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17, 99-108.

Ingurugela (2018). Educación ambiental desde los huertos escolares. *I Encuentro estatal de huertos escolares 'Cultivando en las Aulas'*. Colectivo Helianto, UNED Tudela y Red de Universidades Cultivadas Tudela (Navarra).

Margenot A.J., Alldritt K., Southard S., y O'Geen A. (2016). Integrating Soil Science into Primary School Curricula: Students Promote Soil Science Education with Dig It! The Secrets of Soil. *Soil Science Society of America Journal*, 8, 831–38.

Martínez Peña, B., Calvo Hernández, J.M. y Cortés Gracia, A.L. (2015). De la estabilidad al continuo cambio inapreciable. La situación de la geología en la enseñanza obligatoria. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 79, 9-16.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA. (2017) *Libro Blanco de la agricultura y el desarrollo global*. Recuperado el 6-03-2020 de : https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/cap01_t3_tcm30-77417.pdf

Ministerio para la Transición energética. (2017). *Estadística Minera de España.* Recuperado el 6-03-2020 de: https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2017/Estadistica_Minera_%20anual_2017.pdf

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20.2, 133-140.

P.47 Importancia de los dominios cognitivo y afectivo para la enseñanza de las ciencias a maestros en formación. Naturaleza vectorial de las fuerzas como caso de estudio

Diego Airado Rodríguez[1], María Campos Tortosa[2], María Dolores Víctor Ortega[3], Florentina Cañada Cañada[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. E-mail dairado@ujaen.es [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Universidad de Extremadura. [3]Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada.

RESUMEN

En esta comunicación se aborda la investigación conjunta de la importancia de los dominios cognitivo y afectivo para la enseñanza de las ciencias, en concreto a través del estudio de deslizamiento de cuerpos por planos inclinados. La investigación se ha llevado a cabo en tres fases: la primera ha consistido en la detección de ideas alternativas empleando como instrumento un cuestionario; en segundo lugar, se ha llevado a cabo una intervención de carácter teórico-práctico con monitorización de emociones en dos momentos distintos de la intervención, el primero de carácter marcadamente teórico y el segundo, práctico; por último, se ha medido la evolución de las ideas alternativas. Los resultados demuestran, por una parte, el carácter persistente y poco volátil de las ideas alternativas y por otra parte el aumento de las emociones negativas ante intervenciones puramente teóricas.

Palabras clave: Ideas alternativas; emociones; dinámica; maestros en formación.

INTRODUCCIÓN

El concepto de fuerza es uno de los más importantes dentro de la física. El estudio de la fuerza está presente en los currículos educativos de educación primaria, secundaria, así como en la formación de maestros de educación primaria. De hecho, es uno de los conceptos más estudiados, desde el punto de vista del pensamiento y concepción del mismo, y cuyos resultados indican la dificultad de comprensión por parte de los estudiantes (Dekkers y Thijs, 1998; Jimoyiannis y Komis, 2003).

Las ideas alternativas pueden definirse como esquemas mentales que poseen los estudiantes sobre hechos científicos, a través de las cuales pueden llegar a entenderlos, pero que normalmente suelen ser incorrectas desde el punto de vista científico (Dekkers y Thijs, 1998; Jimoyiannis y Komis, 2003). Dichas ideas se hallan indiferentemente en las distintas disciplinas de las ciencias naturales, así como en cualquier otra disciplina. En la bibliografía está bien descrita la importancia de conocer las ideas alternativas de los estudiantes tanto para la evaluación científica como para el proceso de enseñanza aprendizaje. En esta línea, Özdemir (2017) investiga acerca de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la fuerza, comprobando que el alumnado muestra respuestas divergentes y múltiples respecto al significado de la fuerza. Jimoyiannis y Komis (2003) realizan un estudio para determinar los modelos mentales de los estudiantes de educación secundaria sobre las fuerzas que influyen en objetos en movimiento bajo la única influencia de la gravedad. Los resultados obtenidos en este caso indicaron que para que un cuerpo se mueva debe haber una fuerza ejercida sobre él, ignorando la fuerza gravitatoria. Melo, Sánchez, Cañada y Martínez (2016) abordan la identificación de las ideas alternativas del alumnado de secundaria y bachillerato sobre el empuje y el principio de Arquímedes en relación con la flotación. Entre los resultados más destacados, cabe mencionar por una parte, que los participantes tienden a recordar reglas nemotécnicas para aplicar el principio de Arquímedes sin llevar a cabo el análisis de las fuerzas que intervienen y por otra parte, que los participantes consideran que el empuje depende de la posición del cuerpo. Dekkers y Thijs (1998) analizaron las concepciones iniciales de estudiantes preuniversitarios en el desarrollo del concepto de fuerza.

Por otro lado, durante la última década el estudio de las emociones está tomando relevancia en todo el ámbito de la investigación educativa y el proceso de enseñanza aprendizaje. Los aspectos afectivos han sido menos estudiados que los aspectos cognitivos, centrándose más en las actitudes que en las emociones. Es por ello que se considera necesario ahondar en todo aquello que ofrezca información sobre las emociones y sentimientos que se experimentan en el ámbito educativo (Mellado et al., 2014). En la literatura encontramos diferentes trabajos donde se han estudiado y analizado las emociones hacia las diferentes asignaturas de ciencias como Física, química, biología, geología y ciencias de la naturaleza, en diferentes niveles educativos (Brígido, Bermejo, Conde y Mellado, 2009; Mellado et al., 2014; Dávila, 2017). En todos ellos encontramos un denominador común, las emociones más negativas se encuentran en el aprendizaje de los contenidos de la asignatura de física y química. Se ha comprobado que la complementación de las clases teóricas de gran grupo con actividades de laboratorio donde el estudiante pone en juego sus conocimientos hace que las emociones positivas aumenten (Dávila, Borrachero, Cañada, Martínez y Sánchez, 2015).

El objetivo de este trabajo es doble, por una parte, detectar las ideas alternativas sobre fuerzas en una muestra de maestros en formación, así como estudiar su evolución tras una intervención de carácter teórico-práctico, y por otra parte, estudiar las emociones sentidas por el alumnado ante intervenciones teóricas y prácticas.

METODOLOGÍA

Muestra

La muestra total seleccionada consta de 182 estudiantes de la Facultad de Educación de Badajoz de la Universidad de Extremadura que cursaban su último año. El proceso de selección de la muestra, debido a criterios de accesibilidad ha sido realizado por conveniencia.

Instrumentos. Procedimiento

Como instrumento de recogida de datos se ha empleado un cuestionario de elaboración propia. En este cuestionario se incluyen preguntas abiertas, cerradas de respuesta múltiple y una representación gráfica. En esta comunicación se presenta el análisis descriptivo de las respuestas proporcionadas por el alumnado a las preguntas de opción múltiple, pues los resultados ofrecen una buena muestra de las ideas alternativas presentes en el alumnado.

El procedimiento ha consistido en tres fases, tal como se muestra en la Figura 1: inicialmente se pide a los estudiantes que realicen el cuestionario antes de comenzar a tratar el tema (pretest). A continuación, se lleva a cabo una intervención dividida en dos partes, una teórica, que se realiza en la clase habitual donde se trata tanto la base matemática del problema (vectores) como el problema en sí, y se resuelven ejercicios propuestos por el profesor; y una segunda parte, de carácter experimental, donde los estudiantes se trasladan al laboratorio de física para llevar a cabo el estudio de las fuerzas que actúan sobre cuerpos deslizándose por planos inclinados. En las actividades de laboratorio los discentes trabajan en grupos de tres estudiantes, de esta forma se pretende maximizar su aprendizaje compartiendo ideas, conocimientos y habilidades. Una vez finalizada la intervención didáctica se procede a realizar el postest, con objeto de valorar la evolución de las posibles ideas alternativas. Se ha utilizado el mismo cuestionario en ambos casos.

Además, los estudiantes fueron preguntados por las emociones sentidas al final de la parte teórica y al final de la práctica grupal. Para ello, se ha empleado un cuestionario donde aparecían una serie de emociones tanto positivas (concentración, interés, confianza y satisfacción) como negativas (rechazo, inseguridad, aburrimiento, y vergüenza). En el cuestionario los estudiantes tenían que indicar si habían sentido o no esas emociones.

Figura 1. Esquema explicativo de la investigación

El análisis de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario de ideas alternativas se ha llevado a cabo mediante categorización de las respuestas y cálculo de frecuencias y porcentajes. El análisis estadístico de los resultados se ha llevado a cabo mediante la utilización de la prueba de chi cuadrado (χ^2).

Por otra parte para la comparación de los valores de porcentaje de las emociones sentidas en cada metodología, se ha empleado el análisis de la varianza mediante el test F, seguido del test de la t-student, para varianzas iguales o desiguales, según sea el caso, para un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

Ideas alternativas

Se recoge el análisis descriptivo de los resultados obtenidos para cada una de las preguntas consideradas.

Primera pregunta

"Una fuerza que siempre se opone al sentido del movimiento de un cuerpo es:

a) la fuerza de rozamiento

b) la fuerza de la gravedad

c) la fuerza bruta"

La primera pregunta del cuestionario es una pregunta tipo test, cuya respuesta correcta es la opción "a": la fuerza que siempre se opone al movimiento de un cuerpo es la fuerza de rozamiento. En la Figura 2 se muestran los porcentajes de elección de cada una de las opciones en el pretest y en el postest.

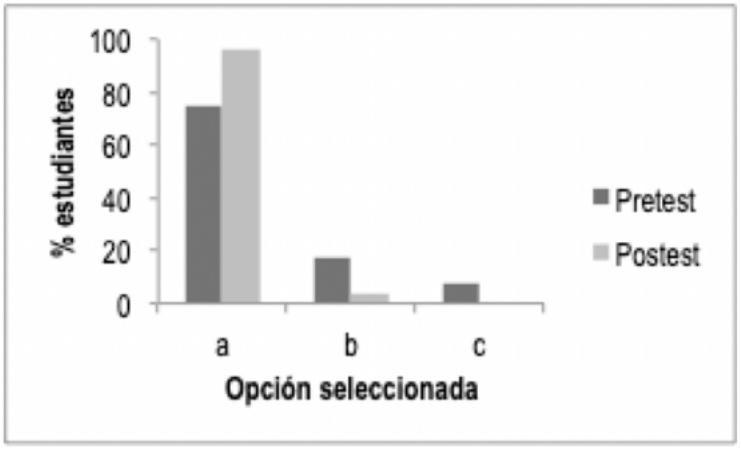


Figura 2. Porcentaje de elección de cada una de las opciones de la primera pregunta en el pretest y en el postest

Como puede observarse en la Figura 2, después de la intervención ningún estudiante afirma que "la fuerza bruta" es aquella que se opone al sentido del movimiento. Únicamente, un 3% de los estudiantes sigue seleccionando tras la intervención a la fuerza de la gravedad como aquella que se opone al movimiento. No obstante, en este caso, la opción "a", que es la respuesta correcta, es seleccionada por la mayoría de los estudiantes tanto en el pretest (75%) como en el postest (96%). La aplicación del contraste estadístico χ^2 revela que el aumento de estudiantes que marcan la opción correcta tras la intervención frente a los que seleccionaron las opciones "b" y "c", es significativo ($p < .05$).

Segunda pregunta

"La fuerza de rozamiento es:

a) una fuerza que aparece sólo si hay movimiento.

b) una fuerza que tienen todos los cuerpos que están en contacto.

c) una fuerza que aparece cuando hay dos cuerpos en contacto y existe una fuerza aplicada paralela a la superficie de contacto."

La segunda pregunta del cuestionario también es una pregunta tipo test donde se pregunta por la naturaleza

de la fuerza de rozamiento. La respuesta correcta es la opción "c". En la Figura 3 se muestra el porcentaje de estudiantes que selecciona cada una de las opciones antes y después de la intervención.

Como puede observarse en la Figura 3, la opción "c" es la opción escogida por un mayor porcentaje de estudiantes tanto antes, como después de llevar a cabo la intervención. Llama la atención que el porcentaje de estudiantes que escogen esta respuesta correcta es mayor antes (69.2 %) que después (62.8 %) de la intervención. Sin embargo, la aplicación del contraste estadístico χ^2 revela que esta disminución no es significativa ($p > .05$). Por otra parte, una vez llevada a cabo la intervención, un 26.9 % del alumnado tiene la idea de que la fuerza de rozamiento es únicamente una fuerza que tienen todos los cuerpos que están en contacto, y un pequeño porcentaje (7.7 %) piensa que es una fuerza que aparece sólo si hay movimiento.

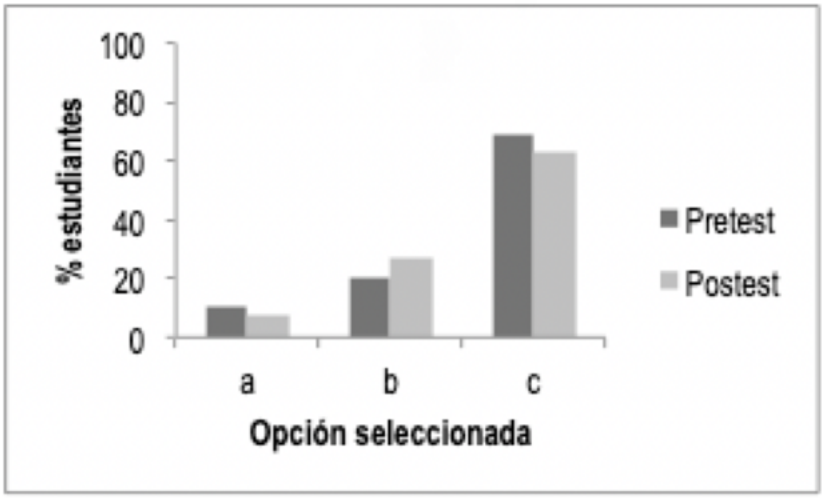


Figura 3. Porcentaje de elección de cada una de las opciones de la segunda pregunta en el pretest y en el postest

Tercera pregunta

"Suponer que arrastramos un armario sobre el suelo. Mientras el armario se está moviendo, la fuerza de rozamiento:

a) será menor cuanto a mayor velocidad hagamos que se desplace el armario.

b) será mayor cuanto a menor velocidad hagamos que se desplace el armario.

c) no varía con la velocidad de desplazamiento."

Con esta pregunta, se pretende explorar las ideas de los estudiantes sobre la relación entre la fuerza de rozamiento y la velocidad. La respuesta correcta es la "c", es decir, la fuerza de rozamiento sobre un armario que está siendo arrastrado no varía con la velocidad de desplazamiento.

En la Figura 4, se muestra el porcentaje de estudiantes que selecciona cada una de las opciones antes y después de la intervención. Como puede observarse en la misma, tanto antes, como después de llevar a cabo la intervención, la opción correcta es la escogida por un mayor porcentaje de estudiantes. Al igual que en el caso de la pregunta anterior, se encuentra un ligero descenso del 63.5 % al 61.5 %, en el porcentaje de estudiantes que escogen esta respuesta tras llevar a cabo la intervención, sin embargo, la aplicación del contraste estadístico χ^2 revela que esta disminución no es significativa ($p > .05$).

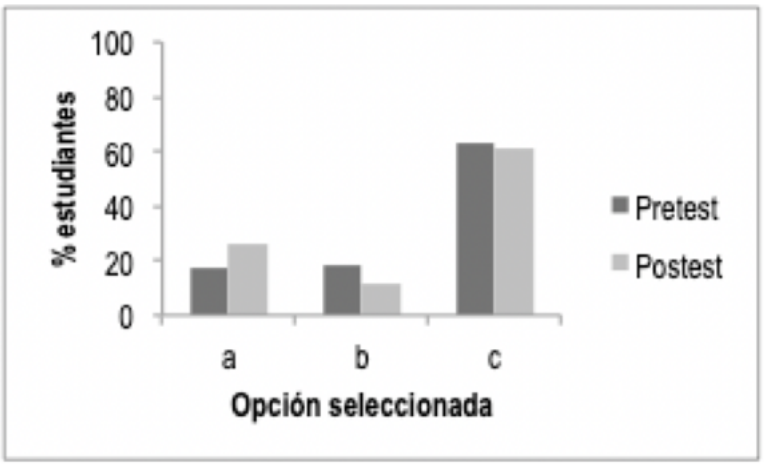
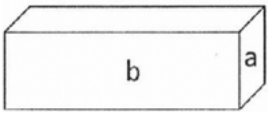


Figura 4. Porcentaje de elección de cada una de las opciones de la tercera pregunta en el pretest y en el postest

Cuarta pregunta

"Suponer el siguiente taco de madera pulido:



a) deslizar el taco por su cara "a" por una superficie dada será más sencillo que por su cara "b", al ser menor el área de contacto.

b) será más sencillo deslizarlo por su cara "b" que por su cara "a".

c) será igual de fácil deslizarlo por su cara "a" que por su cara "b".

c) todas las respuestas anteriores son falsas".

Esta pregunta está también relacionada con las variables de las que depende la magnitud de la fuerza de rozamiento. La respuesta correcta es la opción "c", es decir la fuerza de rozamiento no depende de la magnitud del área de contacto, sino de la naturaleza de las superficies de contacto. En la Figura 5 se muestra el porcentaje de estudiantes que selecciona cada una de las opciones antes y después de la intervención.

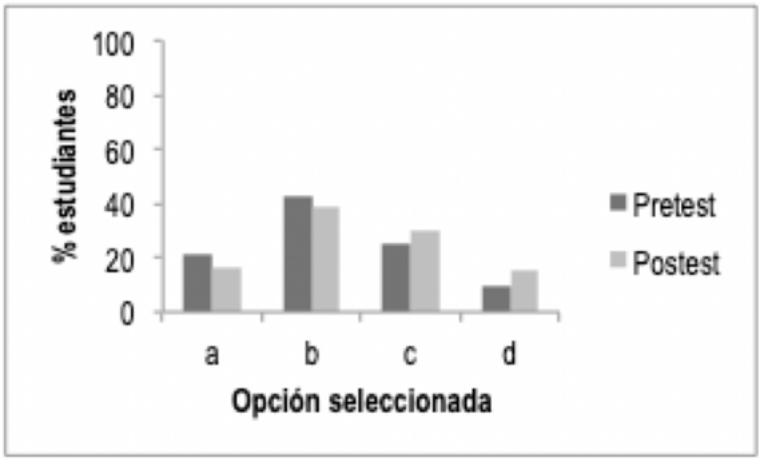


Figura 5. Porcentaje de elección de cada una de las opciones de la cuarta pregunta en el pretest y en el postest

Como puede observarse en la Figura 5, la opción escogida por un mayor porcentaje de estudiantes, tanto antes como después de la intervención, es la opción "b", es decir, la mayoría de los estudiantes piensan que es más fácil arrastrar el taco por la cara que tiene mayor superficie que por la cara que menos superficie tiene. Este hecho puede tener su explicación en que, al tratarse de un cuerpo rectangular, los estudiantes pueden considerar que es más fácil arrastrarlo por su cara "b" debido a la posición del centro de gravedad. Respecto a la opción "c", que es la respuesta correcta, el porcentaje de estudiantes que la seleccionan aumenta de 25.0 % al 29.5 % tras llevar a cabo la intervención. Sin embargo, la aplicación del contraste estadístico χ^2 revela que el aumento de estudiantes que escogen la opción "c" tras llevar a cabo la intervención, en comparación con la suma de estudiantes que escogen las opciones "a", "b" o "d", no es significativo ($p > .05$).

EMOCIONES

Como se ha especificado en el apartado de metodología, a lo largo de esta investigación sobre evolución de ideas alternativas, se llevó a cabo también la monitorización de emociones en dos momentos de la intervención: al finalizar la parte teórica de la intervención y al finalizar la práctica grupal de laboratorio. Se escogen estos dos momentos de manera estratégica, pues representan claramente dos metodologías contrapuestas, una de corte teórico y otra de corte práctico. En la Figura 6 se muestra el porcentaje de estudiantes que sienten cada una de las emociones consideradas en cada una de las fases en las que éstas se han monitorizado.

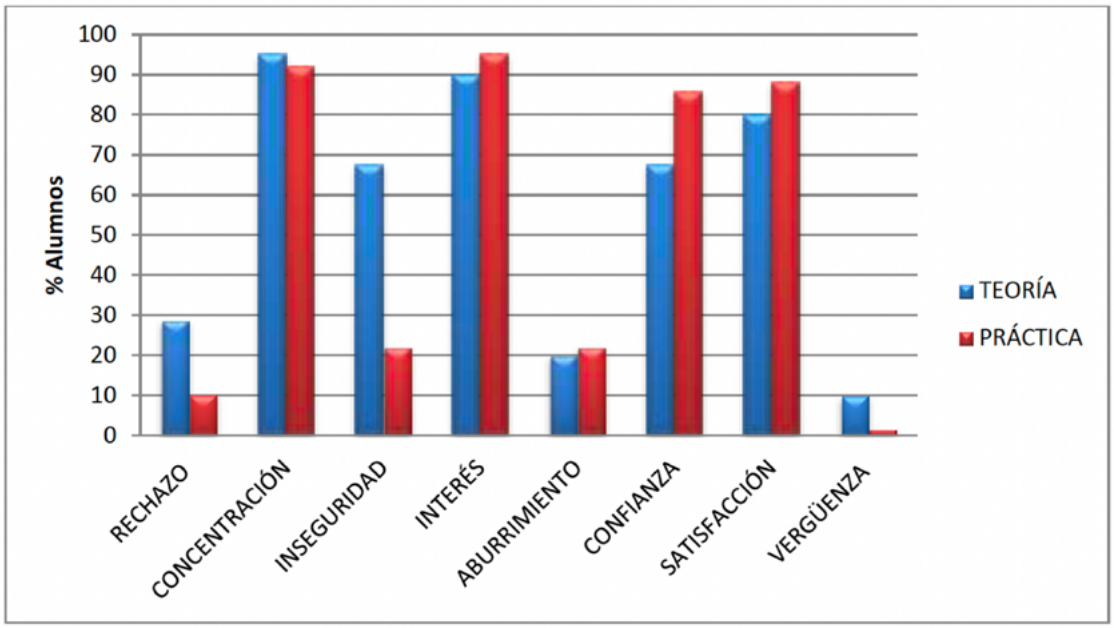


Figura 6. Distribución por porcentaje de las emociones experimentadas por los estudiantes en las fases teórica y práctica de la intervención

Comprobamos que hay un mayor rechazo hacia la metodología que sigue un enfoque de resolución de problemas más teórica, mediante ejercicios de lápiz y papel. También, respecto a la metodología teórica, existe mayor inseguridad por parte del alumnado y, por lo tanto, es coherente que tengan menos confianza.

La aplicación del test t-student, con un nivel de confianza del 95 % para la comparación de los resultados obtenidos por ambas metodologías, revela que existen diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de estudiantes que marcan sentir las emociones: rechazo, inseguridad, confianza, y vergüenza en las partes de corte teórico y práctico de la intervención.

CONCLUSIONES

En esta comunicación se pone de manifiesto la dificultad de cambiar las ideas alternativas en el alumnado que lleva muchos años de instrucción educativa. No obstante, es necesario que sean conscientes de su existencia, para que, dentro de lo posible, no las transmitan cuando en un futuro ejerzan de maestros.

Con respecto al análisis de las emociones, se comprueba que, en la parte de la intervención de corte más teórico, los estudiantes han experimentado más emociones negativas, mientras que en la parte de corte práctico, predominan las emociones positivas. Asimismo, se encuentra un aumento de las emociones rechazo, inseguridad, aburrimiento y vergüenza en la resolución teórica de problemas de lápiz y papel, aunque también es destacable que exista un mayor porcentaje de concentración y satisfacción en esta metodología. En el caso de la parte práctica, predominan con mayores porcentajes el interés y la confianza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brígido, M., Bermejo, M.L., Conde, C. y Mellado, V (2009). Las emociones en ciencias deestudiantes de Maestro de Primaria en prácticas. *Campo Abierto Revista de Educación*, *28*(2), 153-177.

Dávila M. A., (2017), The emotions and their causes in the learning of Physics and Chemistry, in the students of Secondary Education, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, **14**(3), 570-586.

Dávila, M.A., Borrachero, A.B., Cañada, F., Martínez, G. y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(3), 550-564.

Dekkers, P. J., y Thijs, G. D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science education*, *82(1)*, 31-51.

Jimoyiannis, A., y Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, *33(3)*, 375-392.

Mellado Jiménez, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32(3)*, 11-36.

Melo Niño, L. V., Sánchez, R., Cañada, F., y Martínez, G. (2016). Learning difficulties on Archimedes' Principle in the floating context. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *38(4)* Online https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0077

Ozdemir, G. (2017). Utilizing concrete manipulatives in contextually distinct situations to assess middle school students' meanings of force. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *5(3)*, 187-202.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Proyecto de Investigación concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación Proyecto EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, EU).

P.48 Evolución de las ideas alternativas sobre la luz en los maestros en formación tras una intervención basada en tareas manipulativas

Diego Airado Rodríguez[1], María Dolores Víctor Ortega[2], Florentina Cañada Cañada[3]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. E-mail dairado@ujaen.es [2]Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada.
[3]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar la evolución, tras una intervención basada en tareas manipulativas, de las ideas alternativas de los maestros en formación sobre el fenómeno de la luz. La muestra considerada ha consistido en 76 maestros en formación, y el instrumento empleado para la detección de ideas alternativas ha sido un cuestionario. Las ideas alternativas encontradas están relacionadas, por ejemplo, con la característica dual de la luz; con la predicción y explicación del color de los objetos; con la comprensión de los fenómenos de reflexión, refracción y dispersión de la luz; o con la predicción del comportamiento de la luz en instrumentos ópticos tipo espejos y lentes. Los resultados obtenidos muestran un aumento significativo en el número de respuestas correctas seleccionadas en el cuestionario como consecuencia de la intervención llevada a cabo.

Palabras clave: ideas alternativas; luz; maestros en formación.

INTRODUCCIÓN

Las ideas alternativas pueden definirse como esquemas mentales que poseen los estudiantes sobre hechos científicos, a través de las cuales pueden llegar a entenderlos, pero que normalmente suelen ser incorrectas desde el punto de vista científico. Dichas ideas se hallan indiferentemente en las distintas disciplinas de las ciencias naturales, así como en cualquier otra disciplina. Hasta hace unas décadas, los profesionales de la educación no daban importancia a las ideas previas que los estudiantes podían poseer. Hoy en día, esta tendencia ha cambiado, ya que los nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje tienen en cuenta que los estudiantes poseen una amplia gama de ideas que se han construido a lo largo de los años, con respecto a los conceptos dados en el aula, fruto de su experiencia. La importancia de detectar las ideas alternativas de los estudiantes tanto para la evaluación científica como para el proceso de enseñanza-aprendizaje está bien descrita en la literatura (Bello, 2004; Ozdemir, 2017; Martinez-Borreguero, Pérez-Rodríguez, Suero-López y Pardo-Fernández, 2013).

Cabe señalar que dentro de los diferentes contenidos que conforman asignaturas de ciencias, los contenidos de física son los que generan las emociones más negativas entre los estudiantes (Costillo, Borrachero Cortés, Brígido Mero y Mellado Jiménez, 2013). La adquisición de la capacidad de abstracción y habilidad matemática que requiere la física podría ser el principal obstáculo para su comprensión.

En este escenario, el objetivo principal del proyecto en el que se enmarca este trabajo consiste en detectar y estudiar la evolución de las ideas alternativas con respecto al concepto de luz en los maestros en formación. La investigación surge, en primera instancia, debido a la presencia de ideas alternativas que dificultan el aprendizaje significativo de las ciencias, y, en segundo lugar, con el objetivo de mejorar el proceso de cambio conceptual a través de intervenciones teórico-prácticas.

METODOLOGÍA

La muestra considerada ha consistido en 76 maestros en formación, que estaban cursando el último año de la formación de maestro en Educación Primaria. El proceso de selección de la muestra se ha realizado por conveniencia, debido a criterios de accesibilidad.

Se ha utilizado un cuestionario de creación propia como instrumento de elaboración propia para la recopilación de datos. Este cuestionario recoge una serie de variables sociodemográficas de los participantes, como son: la edad, el sexo, la especialidad de Bachillerato cursada, la calificación de acceso a la Universidad, la calificación media en el Grado, su materia favorita y la materia que menos les gustaba en el Bachilerato. El cuestionario consta de diecisiete preguntas, divididas de la siguiente manera:

- Trece preguntas tipo test con diferentes opciones pero con una sola opción correcta.
- Una afirmación para definir como “verdadero o falso”, compuesta de declaraciones relacionadas con la luz y su proyección.
- Una representación gráfica compuesta por el sol, un árbol y una niña, donde se debe indicar la dirección de la luz para que la niña de la imagen pueda observar el objeto, en este caso un árbol.
- Una pregunta mixta con una parte de respuesta cerrada y una segunda parte donde la elección debe estar justificada.
- Finalmente, el cuestionario incluye una última pregunta de respuesta abierta, donde los estudiantes deben responder con sus propias palabras qué es la luz.

El cuestionario se elaboró teniendo en cuenta el "Decreto 103/14, de 10 de junio", que establece el plan de estudios de Educación Primaria en "Comunidad Autónoma de Extremadura" y "ORDEN ECI / 3857/2007, de 27 de diciembre", que establece Los requisitos para la verificación de títulos universitarios que califican a los estudiantes para el ejercicio de la profesión de docentes de Educación Primaria.

Por otro lado, hay que mencionar que la investigación se ha llevado a cabo en tres fases:

1. En la primera fase, se ha llevado a cabo la detección de conceptos erróneos utilizando un cuestionario como instrumento (pretest).
2. En segundo lugar, se ha desarrollado una intervención con carácter teórico-práctico, con una gran carga de tareas manipulativas y predicción de situaciones en función de una serie de variables.
3. Finalmente, se ha valorado la evolución de los conceptos erróneos, utilizando el mismo cuestionario que en la primera fase (postest).

El carácter activo y participativo es la característica principal de la intervención llevada a cabo.

El análisis de las respuestas a las preguntas de respuesta abierta del cuestionario se realizó categorizando las respuestas y calculando frecuencias y porcentajes. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante la prueba de chi cuadrado ($\chi 2$).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Con respecto a las características sociodemográficas de la muestra, ésta estaba compuesta en un 82% por mujeres. Por otra parte, la mayoría de la muestra tenía entre 20 y 22 años de edad.

Con respecto a la modalidad de Bachillerato cursada, la mayoría de los estudiantes que integraron la muestra provenían de los itinerarios de Ciencias Sociales (49%) y Humanidades (26%) y solo el 15% de la muestra provenía de itinerarios de Tecnología o Ciencias de la Salud.

La calificación promedio de acceso a la universidad fue de 7.02 y la calificación media en el Grado era de 6.79.

Con respecto a su materia favorita en el Bachillerato, se encontró una gran variedad de respuestas como se puede observar en la Figura 1, pero es de destacar que solo el 3% de la muestra señala la física, que es la materia en la que se enseña el fenómeno de la luz. Finalmente, con respecto a la materia que menos les gustaba en el Bachillerato, como se puede observar en la Figura 2, el 37% de la muestra seleccionó matemáticas, seguido del 14%, que seleccionó Física y Química.

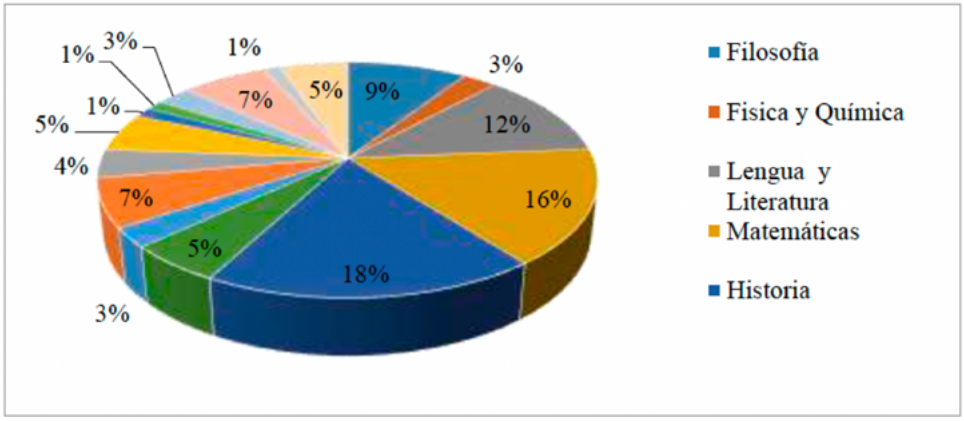


Figura 1. Materia favorita en la escuela secundaria para estudiantes que integran la muestra.

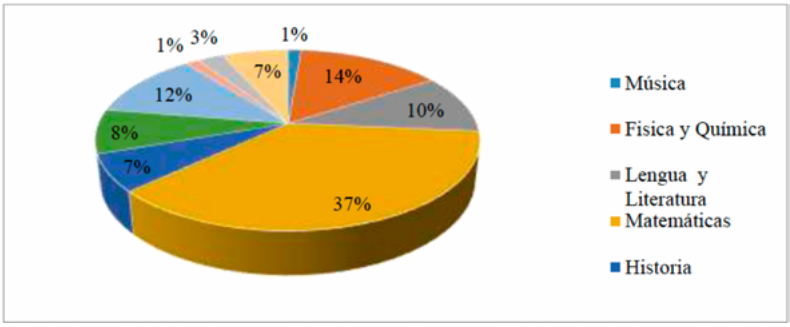


Figura 2. Materia menos preferida en la escuela secundaria para los estudiantes que integran la muestra.

A continuación, se muestra el análisis realizado sobre las respuestas proporcionadas por los estudiantes a algunas de las preguntas del cuestionario.

Pregunta número 1:

Una pared blanca se ve blanca porque:

a) Tiene y emite luz blanca.

b) La luz blanca llega a la pared y la pared la refleja.

c) Absorbe toda la luz que llega a la pared.

La respuesta correcta es la respuesta "b". Los resultados obtenidos en el pretest y en el postest se resumen en la Tabla 1, en forma de porcentaje de estudiantes que eligen cada respuesta en cada caso. Como se puede observar, en el pretest más de la mitad de los estudiantes seleccionaron la opción "c", mientras que la opción "b" fue seleccionada solo por el 39.1% de la muestra. En el postest, la opción "b" es la que recibe el mayor porcentaje de elección, en concreto, el 61,5% de la muestra.

Tabla 1. Porcentaje de estudiantes que respondieron la respuesta "a", "b" o "c" a la pregunta número 1, en el pretest y en el postest.

	PRE-TEST	POST-TEST
Tiene y emite luz blanca.	6.5 %	10.7 %
La luz blanca llega a la pared y la pared la refleja.	39.1 %	61.5 %
Absorbe toda la luz que llega a la pared.	54.3 %	27.6 %

Como puede observarse en la Tabla 1, hay un aumento en el porcentaje de estudiantes que seleccionan la respuesta correcta después de la intervención y la aplicación de la prueba estadística □2 revela que éste es un aumento significativo ($p < 0.05$).

Pregunta número 2:

Supongamos que un objeto blanco se ilumina con luz amarilla, ¿qué color mostrará?

a) blanco.

b) amarillo.

c) negro.

d) El objeto no se verá.

La respuesta correcta es la respuesta "b". Los resultados obtenidos en el pretest y en el postest se resumen en la Tabla 2, como porcentaje de estudiantes que eligen cada respuesta en cada caso.

Tabla 2. Porcentaje de estudiantes que respondieron "a", "b", "c" o "d" a la pregunta número 2, en el pretest y en el postest.

	PRE-TEST	POST-TEST
Blanco.	19.5 %	11.2 %
Amarillo.	76.0 %	83.8 %
Negro.	0.0 %	1.6 %
El objeto no se verá.	4.3 %	3.2 %

Como se puede observar en esta segunda tabla, la mayoría de los estudiantes seleccionaron la respuesta correcta tanto en el pretest como en el postest, pero el porcentaje aumenta de 76.0% a 83.8% como consecuencia de la intervención realizada. La aplicación de la prueba estadística □2 revela que en este caso el aumento no es significativo (p> 0.05).

Pregunta número 3:

El fenómeno que explica la formación del arco iris es:

a) Refracción.

b) Reflexión.

c) Polarización.

d) Dispersión.

En este caso, la respuesta correcta es la respuesta "d". Los resultados obtenidos en el pretest y en el postest se resumen en la Tabla 3, como porcentaje de estudiantes que eligen cada respuesta en cada caso.

Tabla 3. Porcentaje de estudiantes que respondieron "a", "b", "c" o "d" a la pregunta número 3, en el pretest y en el postest.

	PRE-TEST	POST-TEST
Refracción.	63.6 %	19.0 %
Reflexión.	11.3 %	9.5 %
Polarización.	18.1 %	0.0 %
Dispersión.	6.8 %	71.4 %

En esta pregunta, la respuesta con el mayor porcentaje de selección en el pretest fue la respuesta "a", mientras que la respuesta correcta fue seleccionada solo por el 6,8% de los estudiantes. En el postest se observó un cambio drástico y la respuesta correcta fue seleccionada por el 71,4% de la muestra, como consecuencia de la intervención realizada. La aplicación de la prueba estadística $\chi 2$ revela que en este caso el aumento del 6,8% al 71,4% es estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mostraron que, en general, hubo un aumento significativo en el número de respuestas correctas seleccionadas en el cuestionario como consecuencia de la intervención realizada. Sin embargo, hubo un porcentaje de algunas ideas alternativas que prevalecieron después de dicha intervención, lo que demostró su resistencia al cambio.

Finalmente, se demuestra la utilidad de este tipo de intervenciones y, especialmente, del hecho de poner de manifiesto la existencia de las ideas alternativas que se tienen, adquiridas gran parte de ellas desde la infancia ya sean por experiencias propias o por transmisión de conceptos erróneos en el seno familiar o en la etapa escolar. Aparte de esto, es particularmente importante la detección de este tipo de ideas alternativas en maestros en formación ya que se corre el riesgo de que estos maestros transmitan, en un futuro, estos conceptos erróneos a su alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, *15 (3)*, 210-217.

Costillo, E., Borrachero Cortés, A. B., Brígido Mero, M., Mellado Jiménez, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *10*, 514.

Martínez-Borreguero, G., Pérez-Rodríguez, A. L., Suero-López, M. I., Pardo-Fernández P. J. (2013). Detection of misconceptions about colour and an experimentally tested proposal to combat them. *International Journal of Science Education*, *35 (8)*, 1299-1324.

Ozdemir, G. (2017). Utilizing concrete manipulatives in contextually distinct situations to assess middle school students' meanings of force. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *5 (3)*, 187-202.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Proyecto de Investigación concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación Proyecto EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, EU).

P.49 Análisis de las emociones y la autopercepción de la capacidad para aprender contenidos relacionados con la energía, la electricidad y la materia en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria

Mª Antonia Dávila Acedo; Florentina Cañada Cañada; Jesús Sánchez Martín

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Universidad de Extremadaura; Badajoz, España. E-mail: mdavilaacedo@unex.es.

RESUMEN

Los factores cognitivos y afectivos son fundamentales para el desarrollo personal de los alumnos. Como consecuencia de ello, es importante tener en cuenta las emociones que experimentan los alumnos de Secundaria en el aprendizaje de Física y Química, y la percepción de su capacidad para aprender contenidos. El objetivo de esta investigación es conocer la relación que existe entre las emociones experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de Física y Química, y la percepción de su capacidad para aprender contenidos relacionados con la energía, la electricidad y la materia. La muestra está constituida por 431 alumnos de ESO de distintos centros de Badajoz. Los resultados revelan que existe una relación positiva y significativa entre la frecuencia de emociones positivas experimentadas por los alumnos y la creencia en la propia capacidad para aprender dichos contenidos. En cambio, existe una relación negativa y significativa entre las emociones negativas y la capacidad para aprender contenidos científicos.

Palabras clave: Contenidos, emociones, creencia en la propia capacidad para aprender, Física y Química, Secundaria.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las ciencias es mucho más que un proceso cognitivo, pues para aprender es necesario poder hacerlo (capacidades, conocimiento y destrezas) y querer hacerlo (disposición, intención y motivación) (Bacete y Betoret, 2000). Los conocimientos académicos se aprenden mejor si los alumnos tienen competencias emocionales, por lo cual es necesario analizar tanto lo cognitivo como lo afectivo en el aprendizaje de diversos contenidos científicos (Garritz, 2009). Además, la enseñanza y el aprendizaje están fuertemente cargados con creencias, actitudes y emociones, estimulados y dirigidos hacia las personas, y también hacia valores e ideales.

El concepto de emoción ha sido estudiado por diferentes líneas de investigación desde distintas perspectivas, pero todas manifiestan que se trata de un proceso complejo de reacciones subjetivas ante una situación o evento personal, que conlleva cambios, tanto fisiológicos como de conducta (Bisquerra, 2003; Kelchtermans y Deketelaere, 2016), condicionando de este modo nuestro estado de ánimo (Casacuberta, 2000), regulan el proceso vital y promueven la supervivencia y el bienestar (Damasio, 2010).

Existen numerosas taxonomías para clasificar las emociones, pero si lo centramos al efecto de las emociones en el comportamiento (Bisquerra, 2000; Goleman, 1996), pueden clasificarse en dos tipos de emociones: positivas y negativas. Las emociones positivas producen sentimientos agradables, con duración temporal corta. En cambio, las negativas implican un sentimiento desagradable (Fernández-Abascal, Martín y Domínguez, 2001).

Otro aspecto importante a considerar en el alumnado de Educación Secundaria es el término de Autoeficacia percibida. Desde la Teoría Social Cognitiva, Bandura (1997) define la autoeficacia como las creencias en las propias capacidades para organizar y ejecutar las acciones necesarias para conseguir determinados logros o resultados, influyendo sobre nuestra manera de sentir, pensar y actuar. Zimmerman, Kitsantas y Campillo (2005) definen la autoeficacia como las propias creencias sobre la capacidad para aprender o rendir en el desempeño escolar, es decir, la evaluación que el propio alumno realiza sobre sus capacidades para realizar las tareas o actividades de la escuela.

Además, este término está muy relacionado con la autorregulación como aquellas acciones, sentimientos y pensamientos autogenerados para alcanzar nuestras metas de aprendizaje (Pajares y Schunk, 2001; Schunk y Zimmerman, 2007; Zimmerman, 2000) y con las emociones. Así, la presencia de emociones positivas correlaciona con altas percepciones de autoeficacia. En cambio las emociones negativas correlacionan con autoeficacias bajas. Por tanto, los estudiantes con altas capacidades se enfrentarán a ejercicios complejos como un reto a superar y manifiestan emociones positivas como orgullo, satisfacción, alegría y diversión. En cambio, a bajas capacidades de los estudiantes experimentará emociones negativas como ansiedad o frustración, por la incompetencia de resolver algunas tareas (Borrachero, Dávila y Costillo, 2016). Puede decirse que la capacidad para afrontar tareas fomenta la aparición de emociones positivas. En cambio, si el alumno no se percibe con capacidad para afrontar las dificultades fomentará la aparición de emociones negativas.

OBJETIVO

El objetivo de la presente investigación es analizar la relación que existe entre las emociones experimentadas por los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) hacia el aprendizaje de Física y Química, y la percepción de su capacidad para aprender contenidos de Física y Química, en concreto hacia los contenidos relacionados con la electricidad, la energía y la materia.

METODOLOGÍA

Muestra

La muestra está constituida por 431 alumnos de ESO de distintos centros de la ciudad de Badajoz durante el curso escolar 2014-2015. El 52.9% de la muestra son hombres, y el 47.1 % son mujeres. Las edades de los sujetos oscilan entre los 13 y 17 años, situándose la media en torno a los 14 años de edad.

INSTRUMENTO

Una metodología cuantitativa no experimental por encuesta ha sido utilizada para realizar esta investigación. El instrumento utilizado fue un cuestionario de elaboración propia. Para determinar las emociones que experimentaban los alumnos de Educación Secundaria hacia el aprendizaje de Física y Química, se lleva a cabo una clasificación de

las emociones en positivas y negativas, a partir de las categorizaciones realizadas por Casacuberta (2000) y Dávila (2017). Se han seleccionado siete emociones positivas (alegría, confianza, diversión, entusiasmo, satisfacción, sorpresa y tranquilidad) y siete negativas (aburrimiento, ansiedad, asco, miedo, nerviosismo, preocupación y tristeza), medidas a través de una escala de puntuación tipo Likert de 11 puntos, donde "0 = Nunca" y "10 = máxima frecuencia puntuación". En la Tabla 1 se muestra la clasificación de las emociones utilizadas en la presente investigación, en torno a las dos categorías de este estudio. Se ha determinado el coeficiente de fiabilidad obteniéndose así un coeficiente para las emociones positivas α = .832 y para las negativas α = .845.

Tabla 1. Clasificación de las emociones.

CLASIFICACIÓN DE LAS EMOCIONES			
Positivas	Alegría	Negativas	Aburrimiento
	Confianza		Ansiedad
	Diversión		Asco
	Entusiasmo		Miedo
	Satisfacción		Nerviosismo
	Sorpresa		Preocupación
	Tranquilidad		Tristeza

Además, se ha revisado el currículum de Educación Secundaria para la Comunidad de Extremadura y se han seleccionado los contenidos de Física y Química atendiendo al Real Decreto 83/2007. Durante el curso académico 2014/2015 se establece el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, no vigente para nuestro estudio en el momento de la recogida de los datos, razón por la cual se aplicó el Real Decreto anterior.

Para la presente investigación se han seleccionado cinco bloques de contenidos: Materia (I), Energía y Electricidad (II), Estructura y cambios de la materia (III), Cinemática y Dinámica (IV), Trabajo y Energía (V). En el pre-

sente trabajo se ha analizado los Bloques I y II (Tabla 2). En esta parte del cuestionario se pedía a los alumnos que valoraran su competencia o la percepción de su capacidad para aprender dichos contenidos dentro de un rango de 0 (mínimo) a 10 (máximo).

Tabla 2. Bloques de contenidos I (Materia) y II (Energía y electricidad).

BLOQUE I: MATERIA		BLOQUE II: ENERGÍA Y ELECTRICIDAD	
1.1	Los átomos y las moléculas	2.1	La energía y las formas de la energía
1.2	Cálculo de densidades de líquidos y sólidos	2.2	El calor y la variación de temperatura
1.3	Separación de los elementos de una mezcla	2.3	Los cambios de estado de la materia
1.4	Los estados de la materia	2.4	La electricidad. Circuitos eléctricos
1.5	Sustancias puras y mezclas	2.5	Luz y sonido

Procedimiento de análisis de los datos

Una vez completados los cuestionarios en papel y pasados por el mismo profesor, los datos fueron procesados y analizados estadísticamente en sistema informático mediante el paquete estadístico SPSS 22.0.

Con el fin de comprobar la existencia de una relación significativa entre las emociones experimentadas por los alumnos y la percepción de su capacidad para aprender

contenidos de Física y Química (materia, energía y electricidad) se ha realizado la prueba de correlación de Pearson.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos tras el análisis de los datos recogidos, tanto de las emociones experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de contenidos de Física y Química, y la percepción de su capacidad para aprender contenidos relacionados con la materia y la energía-electricidad.

En la Tabla 3 se muestra el coeficiente de correlación de Pearson y la significatividad obtenida para cada una de las emociones positivas experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de Física y Química, y la autoeficacia o la percepción de su capacidad para aprender los contenidos de los Bloques I y II. Puede observarse una correlación positiva ($r > 0$) y significativa ($p \leq .05$) en cada uno de los contenidos de los bloques I y II sobre la percepción de su capacidad o competencia para aprender de los alumnos de ESO. Por tanto, a medida que aumentan la capacidad o competencia de los alumnos/as para aprender dichos contenidos se produce un incremento en la frecuencia con la que experimentan emociones positivas, tales como alegría, confianza, diversión, entusiasmo, satisfacción y tranquilidad experimentadas por los alumnos de secundaria hacia el aprendizaje, y viceversa.

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson entre la frecuencia de emociones positivas y la capacidad para aprender contenidos.

EMOCIONES POSITIVAS	BLOQUE I. MATERIA		BLOQUE II. ENERGÍA Y ELECTRICIDAD	
	R	SIG.	R	SIG.
Alegría	.335	.000**	.323	.000**
Confianza	.392	.000**	.415	.000**
Diversión	.266	.000**	.305	.000**
Entusiasmo	.357	.000**	.390	.000**
Satisfacción	.503	.000**	.414	.000**
Sorpresa	.063	.194	.083	.091
Tranquilidad	.303	.000**	.325	.000**

**p≤ .010. *p≤.050.

En la Tabla 4 se muestra el coeficiente de correlación de Pearson y la significatividad obtenida para cada una de las emociones negativas experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de Física y Química, y la autoeficacia o la percepción de su capacidad para aprender global los contenidos. Puede observarse una correlación negativa (r <0) y significativa (p ≤.05) en cada uno de los contenidos de los bloques I y II sobre la percepción de su capacidad o competencia para aprender de los alumnos de ESO. Por tanto, a medida que disminuye la capacidad o competencia de los alumnos/as para aprender dichos contenidos se produce un incremento en la frecuencia con la que experimentan emociones negativas, tales como aburrimiento, ansiedad, asco, miedo, preocupación y tristeza experimentadas hacia el aprendizaje, y viceversa.

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Pearson entre la frecuencia de emociones negativas y la capacidad para aprender contenidos.

EMOCIONES NEGATIVAS	BLOQUE I. MATERIA		BLOQUE II. ENERGÍA Y ELECTRICIDAD	
	R	SIG.	R	SIG.
Aburrimiento	-.181	.000**	-.222	.000**
Ansiedad	-.137	.000**	-.105	.033*
Asco	-.190	.000**	-.175	.000**

Miedo	-.180	.000**	-.236	.000**
Nerviosismo	-.084	.080	-.094	.056
Preocupación	-.121	.000**	-.163	.000**
Tristeza	-.245	.000**	-.212	.000**

**p≤ .010. *p≤.050.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo nos han permitido comprobar la relación que existe entre las emociones experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje y la percepción de su capacidad para aprender contenidos. Así, los alumnos cuya percepción de autocapacidad hacia el aprendizaje es alta superarán los problemas u obstáculos experimentando emociones positivas. En cambio, los alumnos inseguros de sus capacidades experimentarán emociones negativas como preocupación o nerviosismo, suponen una limitación para su aprendizaje (Schunk y Usher, 2011).

Por tanto, el estudio del dominio afectivo en la asignatura de Física y Química resulta necesario, pues favorecer el desarrollo de actitudes positivas, a través del fomento de sentimientos y emociones positivas, mejorará las expectativas hacia esta materia, aunque en ocasiones esto resulte algo difícil, pues las habilidades afectivas y los comportamientos no son fáciles de identificar, cuantificar y evaluar (Brígido, Borrachero, Bermejo y Dávila, 2014).

Además, el profesorado tiene que reflexionar y desarrollar metodologías motivadoras e innovadoras en el proceso de enseñanza/aprendizaje y, detectar las emociones y las percepciones de autoeficacia para aprender los contenidos en los alumnos, de forma que se haga uso de estrategias que favorezcan un clima de aprendizaje positivo (Borrachero, Dávila y Costillo, 2016; Carbonero et al., 2010).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) y se agradece la ayuda a grupos GR18004 de la Junta de Extremadura y al Fondo Europeo de desarrollo regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bacete, F. J. G. y Betoret, F. D. (2000). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista española de motivación y emoción, 1*(11), 55-65.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. Macmillan.

Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona: Praxis.

Bisquerra, R. (2003). Educación emocional y competencias básicas para la vida. *Revista de Investigación Educativa, 21*(1), 7-43.

Borrachero, A. B., Dávila, M. A., y Costillo, E. (2016). Emociones y capacidad para aprender materias de ciencias en educación secundaria. Campo Abierto Revista de Educación, 35(1), 247-255.

Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L. y Dávila, M. A. (2014). Programa de intervención para la mejora de las creencias de autoeficacia en las clases de ciencias. *International Journal of Developmental and Edu-*

cational Psychology. INFAD Revista de Psicología, *5* (1), 73-80.

Carbonero, M. Á., Martín-Antón, L. J., Román, J. M. y Reoyo, N. (2010). Efecto de un programa de entrenamiento al profesorado en la motivación, clima de aula y estrategias de aprendizaje de su alumnado. Revista iberoamericana de psicología y salud, 1(2), 117-138.

Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona: Crítica.

Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Editorial Destino.

Dávila, M.A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 14*(3), 570-586.

Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 20, 212-219.

Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Cairos.

Kelchtermans, G. y Deketelaere, A. (2016). *The Emotional Dimension in Becoming a Teacher*. In International Handbook of Teacher Education (pp. 429-461). Springer Singapore.

Schunk, D.H. y Usher, E.L. (2011). *Assessing self-efficacy for self-regulated learning*. Handbook of self-regulation of learning and performance, 282-297.

Schunk, D. H., y Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. Reading y Writing Quarterly, 23(1), 7-25.

Zimmerman, B. J. (2000). *Attaining self-regulation*: A social cognitive perspective. In Handbook of self-regulation (pp. 13-39). Academic Press.

Zimmerman, B. J., Kitsantas, A. y Campillo, M. (2005). Evaluación de la Autoeficacia Regulatoria: Una Perspectiva Social Cognitiva. *Revista Evaluar*, 5(1). https://doi.org/10.35670/1667-4545.v5.n1.537

P.50 Análisis de las estrategias de aprendizaje seguidas por estudiantes del grado en Educación Ambiental en un entorno no presencial mediante R-SPQ-2F

Jin Su Jeong, David González Gómez y Félix Yllana Prieto

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. jin@unex.es

RESUMEN

En este trabajo se evalúa las estrategias de estudio seguidas por los estudiantes en una asignatura de sostenibilidad del Grado en Ciencias Ambientales a través del cuestionario revisado R-SPQ-2F (cuestionario revisado del proceso de estudio de dos factores). Conocer como los estudiantes se aproximan al aprendizaje constituye un factor clave para evaluar los cambios que se están produciendo en las estrategias docentes, donde se está transitando en un entorno más centrado en el estudiante. El trabajo se desarrolla con estudiantes (n=64) matriculados en la asignatura "Contaminación Atmosférica" impartida mediante la metodología *flipped-classroom*. Los resultados obtenidos a través del R-SPQ-2F mostraron que el número de estudiantes que alcanzaron un "enfoque profundo en el estudio" aumentó al final de la asignatura, mientras que el número de estudiantes que obtienen un "enfoque superficial en el estudio" por debajo del valor medio fue ligeramente inferior al terminar la asignatura (comparación mediante pretest y postest). Se puede concluir que los estudiantes están comprometidos en sus trabajos y han mejorado, también sus habilidades personales con la metodología de enseñanza seguida en la asignatura. Los resultados mostraron que el cambio en la estructura del estudio mejora la participación de los estudiantes.

Palabras clave: R-SPQ-2F; clase invertida; sostenibilidad; enfoques en el estudio; aprendizaje de las ciencias.

1. INTRODUCCIÓN

Diferentes estudios han puesto de manifiesto que el modo en el que los estudiantes se aproximan al aprendizaje se ve claramente influenciado por la metodología docente seguida y las actividades de aprendizaje llevadas a cabo a lo largo del curso (Carini, Kuh y Klein, 2006; Symaco y Tee, 2019). La participación de los estudiantes en el aula es un indicador del desempeño educativo positivo de estos y funciona como un mecanismo e instrumento a través del cual los estudiantes muestran una mejora educativa (Ladd y Dinella, 2009; Reeve y Lee, 2014). El enfoque, con el que los estudiantes se aproximan al aprendizaje se ha conceptualizado de tres modos: enfoque emocional (que se correlaciona con el disfrute e interés hacia el estudio, junto con otras emociones positivas); enfoque multidimensional y conductual (relacionado con la participación y la atención) y enfoque cognitivo (relativo a la regulación del proceso de aprendizaje) (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004; Sinatra, Heddy y Lombardi, 2015). Diferentes estudios indican que esta aproximación al estudio que tienen los estudiantes se ve significativamente influenciada por las características del curso, el profesor y las metodologías docentes seguidas (Patall, Vasquez, Steingut, Trimble y Pituch, 2017; Reeve, 2013)

El cuestionario revisado del proceso de estudio de dos factores (R-SPQ-2F) se emplea para evaluar el enfoque al aprendizaje que presentan los estudiantes en diferentes áreas y asignaturas de educación superior (Biggs, 1987; Biggs, Kember y dan Leung, 2001). El cuestionario está conformado por veinte preguntas y se basa en una escala Likert de 5 puntos. Este instrumento permite clasificar la aproximación al aprendizaje del estudiante como un enfoque superficial (SA), cuando el estudiante entiende el aprendizaje como una responsabilidad extrínseca que se requiere para aprobar la asignatura e intenta realizar el menor esfuerzo (Fryer, Ginns, Walker y Nakao, 2011). Por otra parte, el aprendizaje de los estudiantes se clasifica como profundo (DA) cuando un estudiante entiende el aprendizaje como una responsabilidad intrínseca y asume que le gusta aprender (Fryer, Ginns, Walker y Nakao, 2011). El enfoque profundo (DA) y superficial (SA) se componen, a su vez, de dos subescalas. La subescala "Estrategia", que hace referencia al método con el que el estudiante aprende y la subescala "Motivo", que indica las causas que tiene el estudiante para adoptar una determinada estrategia (Stes, De Maeyer y Petegem, 2013). Por lo tanto, con el R-SPQ-2F, la investigación actual puede ampliar nuestra comprensión del compromiso del estudiante al examinar las estrategias de estudio en un modelo de aula invertida para una asignatura de educación científica sostenible.

La educación científica, que tiene un vínculo estrecho con el desarrollo sostenible, está relacionada al conocimiento que abarca los principios de la educación sostenible (Esmaeilian, Rust, Gopalakrishnan y Behdad, 2018). Sterling (2001) ha especificado que la educación para la sostenibilidad ha sido una transformación cultural, instructiva y educativa para la comprensión potencial de la persona y la interdependencia social, económica y ecológica. Mezirow (1997) ha especificado que la responsabilidad de los educadores es contribuir a que las personas aprendan y puedan realizar sus objetivos de una manera más independiente y responsable. En este contexto, diversos estudios indican que las clases de ciencias convencionales no han conseguido un aprendizaje satisfactorio de los estudiantes durante los últimos años (Butt, 2014; González-Gómez, Jeong, Airado Rodríguez y Cañada-Cañada, 2016; Jeong, Cañada-Cañada y González-Gómez, 2018). El aula invertida o *flipped-classroom*, permite superar alguna de las limitaciones que las metodologías tradicionales tienen en relación con la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos (Jeong, González-Gómez y Cañada-Cañada, 2016; Munir, Baroutian, Young y Carter, 2018; Tucker, 2012). A rasgos generales, el aula invertida permite disponer de más tiempo en el aula al sacar de ella la instrucción directa. Este tiempo adicional se dedica a poner en práctica los contenidos a través de actividades prácticas lográndose un aprendizaje más efectivo (Hill, Song y West, 2009; Munir, Baroutian, Young y Carter, 2018; Tucker, 2012). Debido a estas razones y la ausencia de literatura e información, buscamos ampliar nuestra comprensión al examinar las estrategias de estudio de los estudiantes en un modelo de aula invertida para una asignatura de educación científica sostenible a través del cuestionario R-SPQ-2F.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se marca como objetivo el estudio del modo en el que los estudiantes se aproximan al estudio en el grado en Ciencias Ambientales, donde se ha seguido una metodología *flipped-classroom* adaptada a un entorno on-line, a través del cuestionario revisado R-SPQ-2F. La investigación se centra en analizar el enfoque con el que los estudiantes de la asignatura afrontan el estudio y el aprendizaje, dentro de un modelo de clase invertida, además, se pretende evaluar la relación entre el enfoque empleado por los estudiantes y los resultados del aprendizaje alcanzados.

3. METODOLOGÍA

Muestra

Este estudio se ha llevado a cabo con estudiantes matriculados en la asignatura "Contaminación atmosférica» del grado de Ciencias Ambientales en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España) durante el curso 2017/18. El número total de estudiantes matriculados en la asignatura fue de 192 estudiantes. Sin embargo, aunque el cuestionario inicial fue respondido por 103 estudiantes (53.65%), solo 64 estudiantes respondieron y completaron todos los cuestionarios (33.33% y 62.14%, respectivamente). En relación con los datos descriptivos de la muestra, hay que indicar que la mayoría de los participantes tenían una edad comprendida entre 30 y 40 años, y habían accedido a los estudios universitarios tras haber cursado Educación Secundaria. Alrededor del 70% de los estudiantes trabajan mientras estudian y la proporción de hombres y mujeres es casi la misma.

Asignatura

La asignatura se imparte en el tercer año del grado y es obligatoria para todos los estudiantes. El contenido de esta asignatura se ha estructurado en diez unidades didácticas. Incluyen los aspectos fundamentales del entorno, la atmósfera y los contaminantes atmosféricos, su origen y los efectos locales, regionales y globales, además de las medidas de seguimiento, control y legislación. La asignatura sigue una metodología de aula invertida adaptada a un entorno no presencial y consta de un total de 125 horas (5 créditos). Todos los estudiantes cuentan con una guía didáctica que incluye, entre otros, el plan de trabajo, detalles sobre el sistema de evaluación, etc. Los estudiantes también tienen a su disposición un aula virtual con diferentes herramientas de comunicación e interacción en línea, como foros y chats. Además, disponen de amplia información y materiales complementarios, ejercicios de autoevaluación, cuestionarios, etc.

Instrumentos y procedimientos

Para medir el enfoque que siguieron los estudiantes hacia el aprendizaje en el Grado de Ciencias Ambientales en el que se ha seguido una metodología de aula invertida, se ha empleado el cuestionario R-SPQ-2F en dos momentos diferentes de la asignatura, al comienzo y al final (pretest y posttest). En este instrumento además se incluyeron preguntas para recabar información descriptiva sobre la muestra (género, edad, modalidad de bachillerato cursada, dedicación completa o parcial a la asignatura, etc.) para conocer el perfil de los participantes. En todos los cuestionarios, se ha incluido una sección para que el alumno pueda hacer observaciones y los comentarios que estimase oportunos sobre el estudio. La participación del alumnado en el estudio fue totalmente voluntaria. El instrumento R-SPQ-2F está conformado de 20 ítems que siguen una escala de 5 puntos tipo Likert, 10 de los cuales permiten evaluar la aproximación profunda al aprendizaje de los estudiantes (DA) y los otros 10 ítems evalúan la aproximación superficial al aprendizaje de los estudiantes (SA) (Biggs et al., 2001). La validez y fiabilidad del cuestionario fueron comprobadas mediante la prueba alfa de Cronbach.

De acuerdo con Biggs et al. (2001) la escala DA se usa para evaluar al estudiante que tiene interés y le gusta estudiar, y la escala SA para estudiar al estudiante que intenta cumplir con los requisitos de la asignatura con el menor esfuerzo posible. Ambas escalas, DA y SA, comprenden dos subescalas, la subescala 'Estrategia' se refiere al método que un alumno aprende sobre el estudio y la subescala 'Motivo' se refiere a las causas para adoptar una estrategia de estudio (Stes, De Maeyer y Petegem, 2013).

4. RESULTADOS

Como se ha indicado anteriormente, el cuestionario R-SPQ-2F permite evaluar tanto la aproximación profunda al aprendizaje (DA) como la aproximación superficial al aprendizaje de los estudiantes (SA). La Figura 1 representa los valores recabados tanto en el pretest como en el posttest para ambos valores (inicial vs. final). Como se puede observar en las puntuaciones del enfoque profundo (DA) aumenta el número de estudiantes con mayores puntuaciones en el cuestionario final. En contraposición, aumenta también el número de estudiantes que han dado menores puntuaciones de enfoque superficial (SA). En los cuestionarios iniciales 25 estudiantes tienen puntuaciones inferiores a la media DA, mientras que en los cuestionarios finales 34 son los estudiantes con puntuaciones inferiores a la media DA, pero muchos de ellos muy próximos a ésta. En el caso de las puntuaciones SA, en los cuestionarios iniciales 24 estudiantes presentan puntuaciones menores a la media SA, y en los cuestionarios finales 29 son los estudiantes que presentan puntuaciones menores a la media SA. En el caso de los cuestionarios intermedios 31 estudiantes están por debajo de la media DA y otros 31 están por debajo de la media SA. Se puede considerar que puntuaciones DA superiores a la media indica un enfoque profundo, y puntuaciones SA superiores a la media indica un enfoque superficial del aprendizaje. Así mismo, cuando los valores DA y SA muestran una pequeña diferencia indica un enfoque no preferente (Hamm y Robertson, 2010).

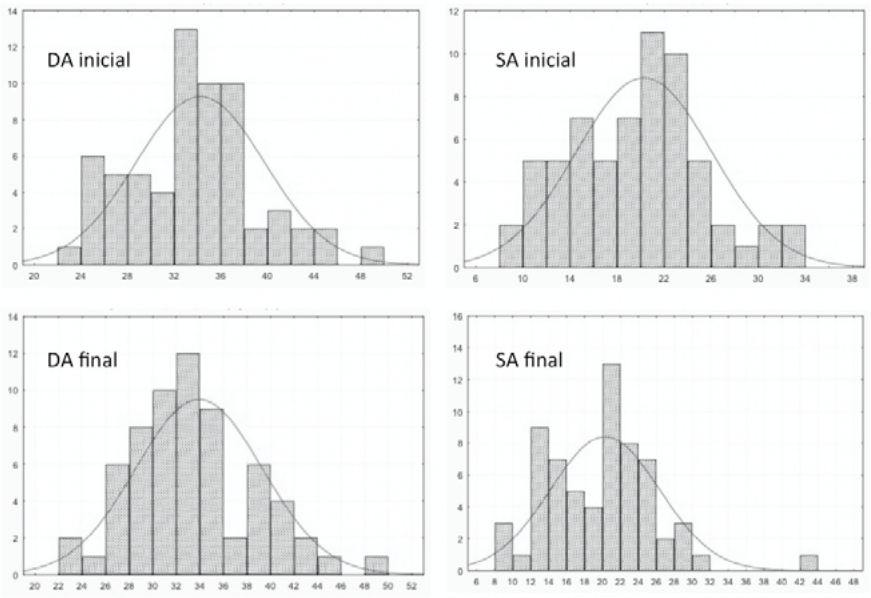


Figura 1. Distribución de DA y SA respecto a la media de las puntuaciones dadas en los cuestionarios iniciales y finales.

Las difusiones de las puntuaciones en la Figura 1 mostraron un patrón específico para el DA, las puntuaciones más altas se registran en las respuestas posteriores a la prueba, mientras que las puntuaciones más bajas para el SA también se registran para las respuestas posteriores al examen. Según los resultados obtenidos, los ítems en los que este incremento se acentuó más fueron el ítem 1, "Detecto que a veces estudiar me ofrece una profunda gratificación personal", ítem 2, "Detecto que debería hacer un esfuerzo sobre un tema para tomar mis propias decisiones antes que mi gratificación personal" y el ítem 13, "Para mis estudios, trabajo

duro cuando detecto un tema que me motiva". En el caso del ítem 13, el 44% de los estudiantes indicó "esta pregunta siempre es cierta para mí" al finalizar la asignatura, mientras que solo el 15% de los estudiantes dio la misma respuesta antes de comenzar la asignatura. Cabe destacar que, en todos los casos, los estudiantes dieron puntuaciones bajas para los elementos SA.

También se evaluó la influencia del enfoque de aprendizaje de los estudiantes y los resultados de aprendizaje registrados al final de la asignatura. La Figura 2 muestra una correlación positiva entre las diferencias DA-SA y la calificación de los participantes ($r = .32$ y $p < .05$). El número de estudiantes con calificaciones más bajas se correlacionó con valores de diferencia DA-SA más bajos.

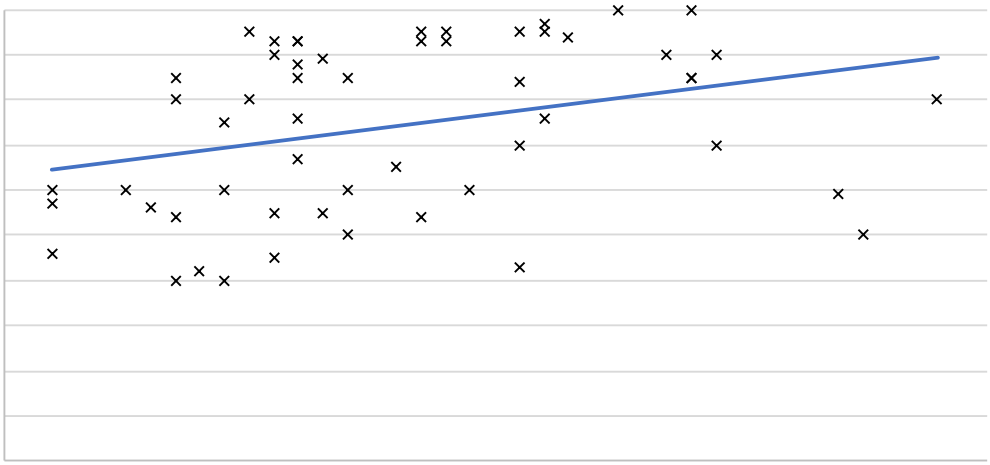


Figura 2. Gráfico de dispersión X-Y de la diferencia entre el enfoque DA y SA para el aprendizaje frente a los resultados de aprendizaje de los estudiantes en términos de calificación final.

5. DISCUSIÓN

De acuerdo con el criterio de Hamm y Robertson (2010), en el que se establece que un valor medio superior a DA corresponde con enfoque profundo del aprendizaje y un valor medio superior a SA corresponde con enfoque superficial, los resultados de esta investigación indican que los estudiantes, al final del semestre, tenían una inclinación general por un enfoque de aprendizaje más profundo (Figura 1). El cambio en la preferencia de aprendizaje de los estudiantes durante la asignatura podría explicarse, como lo señala Zeegers (2001), por la obtención de unos mejores resultados ante el compromiso de los estudiantes, también porque mostraron más interés en los contenidos y actividades de enseñanza y aprendizaje realizadas en la asignatura. En este contexto, la metodología de enseñanza implementada en esta asignatura se basó en el modelo de aula invertida en un contexto de educación a distancia. De este modo, se puede considerar que un aula invertida explota de forma más eficaz el tiempo dentro y fuera de la clase y logra mejores perspectivas y percepciones de aprendizaje (Munir, Baroutian, Young y Carter, 2018; Tucker, 2012). Además, seguir una metodología de aula invertida permite la implementación de actividades de aprendizaje más centrada en los estudiantes, lo que contribuye alcanzar un aprendizaje más significativo, así como permite fomentar un estado emocional más favorable para el aprendizaje de contenidos científicos (Jeong, González-Gómez y Cañada-Cañada, 2019).

Como señala Sterling (2001), la educación para la sostenibilidad es una transformación de la cultura educativa e instructiva para la comprensión potencial de la persona y la interdependencia social, económica y ecológica. Respecto a esta transformación, Mezirow (1997) especificó que la responsabilidad de los educadores era

conseguir que los estudiantes pudieran comprender sus objetivos con un enfoque más responsable e independiente. Las clases de ciencias convencionales podrían reemplazarse por la metodología del aula invertida para lograr aprendizajes más exitosos para los estudiantes (González-Gómez, Jeong, Airado Rodríguez y Cañada-Cañada, 2016; Jeong, Cañada-Cañada y González-Gómez, 2018).

Los resultados presentados en este estudio (Figura 2) mostraron una correlación positiva ($r = .322$ y $p < .05$) entre las diferencias DA-SA y la calificación de los estudiantes. Watkins y Hattie (1981) también encontraron correlaciones positivas entre los resultados proporcionados por el instrumento R-SPQ-2F y los logros de aprendizaje de los estudiantes en un estudio longitudinal realizado con 249 estudiantes universitarios de ciencias. Por otro lado, Zeegers (2001) informó que se pudo encontrar una correlación positiva constante entre el Promedio anual de calificaciones (GPA) y el enfoque profundo. Pintrich y de Groot (1990) indicaron en sus trabajos que la correlación entre el enfoque de aprendizaje de los estudiantes y los resultados del aprendizaje también están influenciados por factores como la autoconfianza y la autoeficacia de los estudiantes. En ese sentido, Jeong, González-Gómez y Cañada-Cañada (2016) señalan que una asignatura de ciencias siguiendo un enfoque de enseñanza de aula invertida permitió dar forma a un entorno de enseñanza/aprendizaje más positivo. Durante la asignatura, se mejoraron las emociones y las percepciones de los estudiantes, junto a su autoeficacia, de acuerdo con los resultados mostrados en esta investigación.

6. CONCLUSIONES

La presente investigación exploró la forma con la que los estudiantes se aproximan al aprendizaje en la asignatura "Contaminación atmosférica" del grado de Ciencias Ambientales. Para explorar si los participantes adoptaron un enfoque profundo o superficial al aprendizaje, se empleó el cuestionario R-SPQ-2F. Los resultados de este instrumento mostraron que el número de estudiantes que alcanzan un compromiso profundo con el aprendizaje aumentó al final de la clase. Además, el número de participantes que muestra un compromiso superficial en el aprendizaje disminuyó a lo largo del curso. Con respecto a los resultados del aprendizaje adquirido, se observa una correlación positiva en el contexto de la relación de los logros de aprendizaje educativo y el enfoque de aprendizaje de los estudiantes. Los estudiantes alcanzan un enfoque más profundo y mejores resultados de aprendizaje. Los resultados indicaron que el cambio en la estructura de estudio de la asignatura sugerido fue el camino correcto para mejorar la participación de los estudiantes en una educación científica sostenible invertida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital de la Junta de Extremadura y a los fondos FEDER por la ayuda concedida para la realización de esta investigación (Proyecto IB18004 y GR18004).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biggs, J. B. (1987). Student approaches to learning and studying. Melbourne: Australian Council for Education Research.

Biggs, J. B., Kember, D., y dan Leung, D. Y. P. (2001). The revised two-factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology, 71*, 133-149. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03173004.

Butt, A. (2014). Student views on the use of a flipped classroom approach: Evidence from Australia. *Business Education & Accreditation, 6(1)*, 33-43.

Carini, R. M., Kuh, G. D., y Klein, S. P. (2006). Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Research in Higher Education, 47(1)*, 1-32. DOI: https://doi.org/10.1007/s11162-005-8150-9.

Esmaeilian, B., Rust, M., Gopalakrishnan, P. K., y Behdad, S. (2018). Use of citizen science to improve student experience in engineering design, manufacturing and sustainability education. *Procedia Manufacturing*, *26*, 1361-1368. DOI: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.124.

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., y Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, *74*, 59-109. DOI: https://doi.org/10.3102/00346543074001059.

Fryer, L. K., Ginns, P., Walker, R. A., y Nakao, K. (2011). The adaptation and validation of the CEQ and the R-SPQ-2F to the Japanese tertiary environment. *British Journal of Educational Psychology*, *82(4)*, 549-563. DOI: https://doi.org/1111/j.2044-8279.2011.02045.

González-Gómez, G., Jeong, J. S., Airado Rodríguez, D., y Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, *25*, 450-459. DOI: https://doi.org/10.1007/s10956-016-9605-9.

Hamm, S., y Robertson, I. (2010). Preferences for deep-surface learning: A vocational education case study using multimedia assessment activity. *Australasian Journal of Educational Technology*, *26(7)*, 951-965. DOI: https://doi.org/10.14742/ajet.1027.

Hill, J. R., Song, L., y West, R. E. (2009). Social learning theory and web-based learning environments: A review of research and discussion of implications. *American Journal of Distance Education*, *23(2)*, 88-103. DOI: https://doi.org/10.1080/08923640902857713.

Jeong, J. S., Cañada-Cañada, F., y González-Gómez, D. (2018). The study of flipped-classroom for pre-service science teachers. *Education Sciences*, *8(4)*, 163. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci8040163.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., y Cañada-Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, *25(5)*, 747-758. DOI: https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., y Cañada-Cañada, F. (2019). How does a flipped classroom course affect the affective domain toward science course? *Interactive Learning Environments*. DOI: https://10.1080/10494820.2019.1636079.

Ladd, G. W., y Dinella, L. M. (2009). Continuity and change in early school engagement: Predictive of children's achievement trajectories from first to eighth grade? *Journal of Educational Psychology*, *101*, 190-206. DOI: https://doi.org/10.1037/a0013153.

Mezirow, J. (1997). Transformative learning: Theory to practice. *New Direction of Adult Consulting Education*, 5-12. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/ace.7401.

Munir, M. T., Baroutian, S., Young, B. R., y Carter, S. (2018). Flipped classroom with cooperative learning as a cornerstone. *Education for Chemical Engineers*, *23*, 25-33. DOI: https://doi.org/10.1177/1469787415616726.

Patall, E. A., Vasquez, A. C., Steingut, R. R., Trimble, S. S., y Pituch, K. A. (2017). Supporting and thwarting autonomy in the high school science classroom. *Cognition & Instruction*, *35*, 337-362. DOI: https://doi.org/10.1080/07370008.2017.1358722.

Pintrich, P. R., y De Groot, V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, *82(1)*, 33-40. DOI: http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33.

Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, *105*, 579-595. DOI: http://dx.doi.org/10.1037/a0032690.

Reeve, J., y Lee, W. (2014). Students' classroom engagement produces longitudinal changes in classroom motivation. *Journal of Educational Psychology, 106*, 527-540. DOI: http://dx.doi.org/10.1037/a0034934.

Sinatra, G. M., Heddy, B. C., y Lombardi, D. (2015). The challenges of defining and measuring student engagement in science. *Educational Psychologist, 50*, 1-13. DOI: https://doi.org/10.1080/00461520.2014.1002924.

Sterling, S. (2001). *Sustainable education: Re-visioning learning and change*. Cambridge: Schumacher Briefings, ERIC.

Stes, A., De Maeyer, S., y Petegem, P. V. (2013). Examining the cross-cultural sensitivity of the revised two-factor study process questionnaire (R-SPQ-2F) and validation of a Dutch version. *PLOS ONE, 8(1)*, 1-7. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054099.

Symaco, L. P., y Tee, M. Y. (2019). Social responsibility and engagement in higher education: Case of the ASEAN. *International Journal of Educational Development, 66(C)*, 184-192. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2018.10.001.

Tucker, B. (2012). The Flipped classroom. Online instruction at home frees class for learning. *Education Next, 12(1)*, 82-83.

Watkins, D., y Hattie, J. (1981). A longitudinal study of the approaches to learning of Australian tertiary students. *Human Learning, 4*, 127-141. DOI: https://doi.org/10.1080/0729436860050207.

Zeegers, P. (2001). Approaches to learning in science: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology, 71*, 115-132. DOI: https://doi.org/10.1348/000709901158424.

P.51 Relaciones entre magnitudes macroscópicas y microscópicas en electrocinética: Una experiencia de aprendizaje reflexivo con mapas conceptuales

Alfonso Pontes Pedrajas

Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba (apontes@uco.es)

RESUMEN

Presentamos un estudio sobre el cambio conceptual que experimentan los alumnos de primer curso de universidad al responder a cuestiones del tema de circuitos eléctricos de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería. En este estudio se comparan los resultados de sus respuestas a dos problemas cualitativos sobre relaciones entre magnitudes macroscópicas y microscópicas de electrocinética, tras participar en un proyecto de innovación docente en el que hemos usado mapas conceptuales elaborados con CmapTools y hemos apreciado una progresión moderada de las ideas de los estudiantes tras la experiencia.

Palabras clave: Enseñanza universitaria; aprendizaje reflexivo; modelo de corriente eléctrica; relaciones macro-micro; mapas conceptuales.

INTRODUCCIÓN Y FINALIDAD

En la educación científica actual se considera necesario desarrollar propuestas metodológicas que favorezcan el aprendizaje significativo de conceptos, procedimientos y modelos científicos. Por ello, desde hace tiempo trabajamos en la formación de estudiantes de ingeniería, introduciendo estrategias innovadoras y recursos TIC que fomenten la reflexión, la colaboración y el debate de los estudiantes durante los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Física. En estudios anteriores hemos comentado el uso de plataformas virtuales de enseñanza como "Moodle", simulaciones de fenómenos físicos del proyecto internacional "Phet Simulations" y sistemas interactivos de respuesta a distancia como "Turning Point" (López-Quintero, Pontes y Varo, 2019), que forman parte de un proyecto de integración efectiva de las TIC en el aula, orientado a mejorar el aprendizaje de los modelos científicos que se utilizan en la enseñanza de la Física (Pontes, 2017).

Dentro del marco teórico y práctico del citado proyecto, en este trabajo vamos a centrarnos en analizar varios resultados procedentes de una experiencia de innovación educativa, en la que hemos usado mapas conceptuales y el software CmapTools, para fomentar el aprendizaje reflexivo del modelo de corriente eléctrica. Para ello partimos del trabajo realizado en dos experiencias anteriores centradas, respectivamente, en el uso de mapas conceptuales para aprender contenidos de Física general (Pontes, 2014) y evaluar las opiniones de los estudiantes universitarios sobre el uso de CmapTools en la enseñanza y aprendizaje de conceptos de electromagnetismo (Pontes, López-Quintero y Varo, 2016). En la figura 1 se muestra un ejemplo de mapa individual, elaborado por un estudiante para sintetizar su visión global del tema de circuitos eléctricos, en que se aprecian aspectos positivos en las relaciones entre los principales conceptos del tema, pero también se observan ciertas carencias cognitivas, relacionadas con la ausencia de aspectos que se han tratado en clase y no se ven reflejados en el citado mapa.

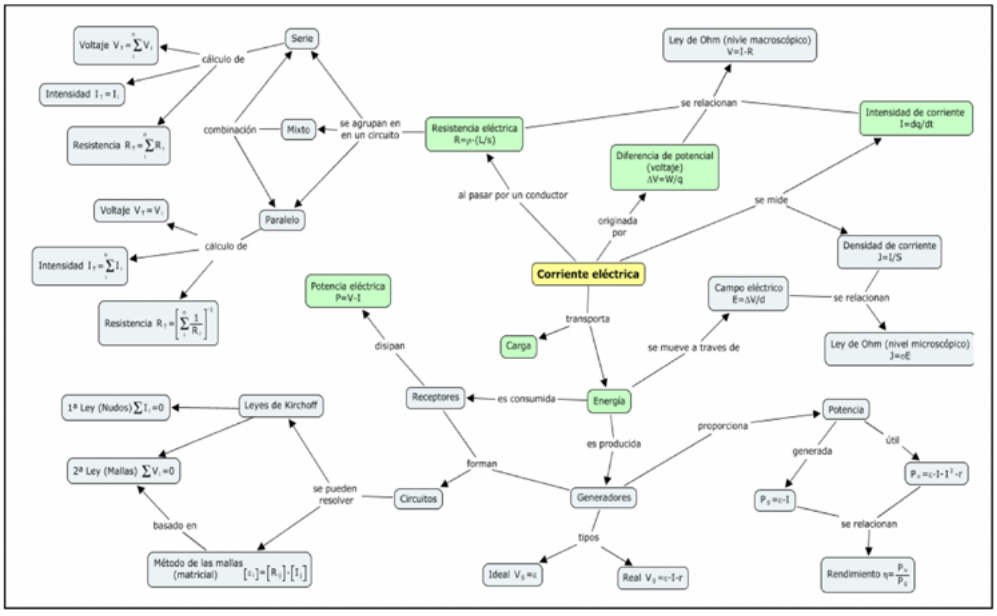


Figura 1: Ejemplo de mapa conceptual global sobre el tema de Circuitos Eléctricos

En las citadas experiencias se ha descrito detalladamente el fundamento del uso de mapas conceptuales elaborados con CmapTools en la educación científica, sus ventajas educativas y la forma de utilización en actividades de estudio individual y de trabajo cooperativo, de modo que no vamos a extendernos sobre estos aspectos, en torno a los que ya existe abundante literatura (Cicuto y Correia, 2012).

Al desarrollar este estudio hemos tratado de profundizar en esta temática, centrándonos en el uso de CmapTools que hacen nuestros alumnos al abordar el tema de electrocinética, que es un dominio conceptual en el

que los estudiantes presentan importantes dificultades de aprendizaje, relacionadas con el papel que desempeñan las concepciones y modelos mentales de carácter alternativo (Gunstone, Mulhall y McKittrick, 2009; Pontes, 2018). En particular, dentro del tema de electrocinética, en este trabajo vamos a centrar el foco en el análisis de la progresión de modelos de pensamiento sobre las relaciones entre magnitudes macroscópicas (intensidad de corriente, voltaje, y resistencia eléctrica) y microscópicas (transferencia de carga eléctrica en medios conductores, campo eléctrico en circuitos, densidad de corriente, procesos transitorios de carga en circuitos con resistencias y condensadores, ...), que es una temática compleja y no ha recibido demasiada atención en el ámbito de la Didáctica de la Física (Rana, Kumar y Mendiratta, 2017).

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Esta experiencia se ha desarrollado en el bloque de contenidos de Electricidad de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería II (FFI2), impartida en el 2º cuatrimestre del 1º curso del Grado de Ingeniería Eléctrica, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Córdoba (EPSC). Además de tratar de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos físicos en esta materia también se han planteado ciertas metas relacionadas con el desarrollo de competencias científicas, tales como el aprendizaje y uso de modelos físicos o la capacidad de argumentación al interpretar fenómenos físicos (Oliva, 2019) y competencias transversales como el trabajo colaborativo y el uso práctico de las TIC en tareas de representación y comunicación del conocimiento físico (Pontes et al., 2016)

En esta innovación educativa se aborda la representación del conocimiento en la formación de estudiantes de ingeniería mediante mapas conceptuales, usando una metodología de enseñanza activa y colaborativa, implementada a partir de un programa-guía de actividades. Tras aprender a elaborar mapas conceptuales individuales en un seminario impartido por el profesorado al inicio de la asignatura y utilizar la herramienta CmapTools para presentar los mapas en formato digital, los alumnos deben elaborar en horario no presencial un mapa individual por cada tema de la asignatura y también pueden presentar de forma voluntaria un conjunto de mapas cooperativos realizados por dos o tres alumnos que trabajan en grupo, sintetizando las distintas partes del tema en diferentes mapas. En la figura 2 se muestra un ejemplo de mapa cooperativo elaborado por dos estudiantes para sintetizar su visión de una parte del tema de circuitos, relacionada con el comportamiento de un circuito RC-serie y aspectos microscópicos del modelo de corriente eléctrica, que se han descrito con mayor detalle en un trabajo anterior (Pontes, 2017).

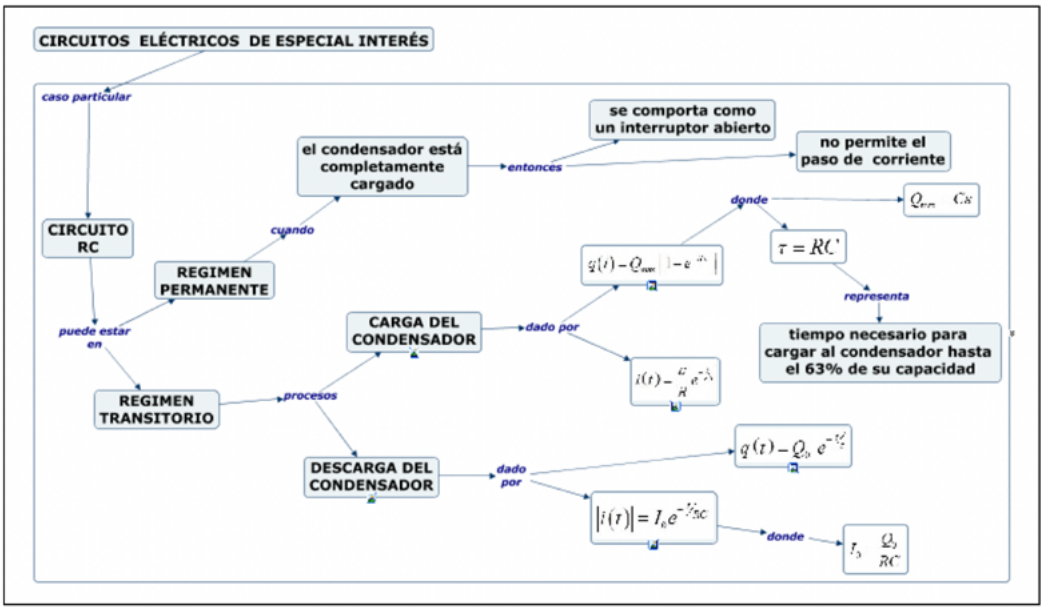


Figura 2: Ejemplo de mapa conceptual relacionado con el funcionamiento del circuito RC-serie

En esta investigación se han recogido datos de una muestra formada por 63 estudiantes de 1º curso de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Córdoba, utilizando un cuestionario de preguntas abiertas, formado por 5 problemas cualitativos relacionados con circuitos eléctricos, planteando en total 16 preguntas sobre aspectos que se deberían haber tratado en la etapa educativa anterior. Los enunciados de los problemas analizados en este estudio se incluyen en las tablas 1 y 2 de la siguiente sección. El citado cuestionario, cuya versión completa se muestra en un trabajo anterior, dedicado a analizar las concepciones personales y modelos de razonamiento de los alumnos sobre electrocinética (Pontes, 2020), se ha pasado al inicio de curso para explorar los conocimientos previos de los estudiantes universitarios sobre esta temática. Posteriormente se ha pasado también al finalizar el tratamiento del bloque de contenidos de Electricidad de la asignatura FFI2, con objeto de analizar la influencia del tratamiento didáctico en la evolución de los modelos mentales de los alumnos sobre los circuitos de corriente eléctrica.

Tras analizar los datos recogidos con el cuestionario se clasificaron las respuestas de los alumnos en cuatro categorías generales: (I) respuestas en blanco y respuestas que incluyen ideas confusas e incoherentes, (II) explicaciones erróneas desde el punto de vista científico o modelos de pensamiento alternativo, (III) respuestas aceptables desde el punto de vista científico pero deficientes en su explicación o argumentación y (IV) respuestas correctas que incluyen una explicación razonable y acorde con el modelo científico de corriente eléctrica. Los datos cuantitativos se han analizado con el programa SPSS y se ha realizado un análisis de frecuencias relativas (%), que permite identificar la extensión de los diferentes modelos de pensamiento en cada pregunta del cuestionario. Por limitaciones de espacio y para centrarnos en el tema de las relaciones macro-micro en electrocinética (Eylon y Ganiel, 1990; Rana, Kumar y Mendiratta, 2017), en este trabajo sólo se analizarán las respuestas a los problemas P4 y P5 del citado cuestionario, cuyos enunciados se muestran en las tablas 1 y 2 del apartado siguiente, junto a los resultados obtenidos en cada caso.

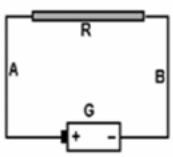
RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados del análisis de las respuestas de los alumnos a los problemas P4 y P5 del cuestionario, en torno a las relaciones "macro-micro" entre magnitudes macroscópicas y microscópicas de la corriente eléctrica y al funcionamiento de un circuito RC-Serie durante el proceso transitorio de carga del condensador.

Relaciones macro-micro entre algunas magnitudes de electrocinética

En primer lugar se analizan las respuestas del alumnado a las preguntas del problema P4 correspondiente a un circuito formado por un generador ideal de tensión, un par de cables de conexión (de resistencia despreciable) y una barra metálica de resistencia R. En la Tabla 1 se muestran los datos procedentes del análisis de frecuencias relativas (%), que corresponden a los 4 tipos de respuesta que se han indicado anteriormente en relación con el problema P4, diferenciando entre los resultados de la prueba inicial (pretest) y de la prueba final (postest) realizada tras el desarrollo de esta experiencia.

4. Se dispone de una pila o un generador ideal G (que proporciona una tensión constante V_o) conectado a una barra metálica alargada de resistencia R, mediante dos cables A y B (de resistencia despreciable).
4.1. Indicar si existe voltaje o diferencia de potencial eléctrico en la barra metálica y en los conductores A y B.
4.2. Indicar si existe intensidad de campo eléctrico apreciable en la barra metálica y en los conductores A y B.
4.3. Indicar si la densidad de corriente eléctrica que se propaga por el circuito es mayor o menor en los cables A y B.



Ítems P4	Pretest				Postest			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
4.1	20,6	49,2	17,5	12,7	11,1	25,4	34,9	28,5
4.2	30,1	47,6	12,7	9,5	14,3	26,9	36,5	23,8
4.3	31,7	50,8	9,5	6,4	15,9	23,8	39,7	22,2

Tabla 1. Comparación de resultados del análisis de frecuencias sobre el problema P4

Con relación a si existe diferencia de potencial eléctrico en los cables A y B o en la barra metálica (item 4.1) en la prueba inicial se aprecia un alto porcentaje de concepciones alternativas o respuestas erróneas desde el punto de vista científico (cerca de la mitad) y bastantes respuestas en blanco o explicaciones confusas (una quinta parte). Respecto a si existe campo eléctrico en los cables A y B o en la barra metálica (item 4.2) los resultados de la prueba inicial son todavía más bajos y algo similar ocurre en la pregunta sobre la densidad de corriente en los cables A y B o en la barra metálica (item 4.3).

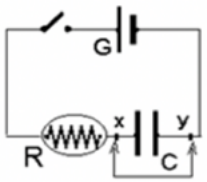
Las principales dificultades y concepciones alternativas apreciadas en estas preguntas se refieren a la confusión entre corriente eléctrica y voltaje o diferencia de potencial, la incomprensión del papel que desempeña el campo electrico en el transporte de carga eléctrica en los circuitos o su relación con la diferencia de potencial entre dos puntos, o la confusión entre densidad e intensidad de corriente, la ausencia de relación entre el campo eléctrico y la densidad de corriente a nivel microscópico, y sobre todo la idea de que hay consumo de corriente al pasar por la barra metálica.

Afortunadamente, tras el proceso de enseñanza se aprecia una mejora notable en la superación de las citadas dificultades, junto a una mayor capacidad de argumentación o justificación adecuada de las respuestas acordes con el modelo científico de corriente eléctrica a nivel macroscópico y microscópico. Sin embargo, también hay que constatar que los modelos mentales de carácter alternativo no han desaparecido del todo, pues se mantienen en torno a una cuarta parte de las respuestas en los tres aspectos analizados en este problema.

Régimen transitorio de un circuito RC-serie

A continuación se analizan las respuestas de los alumnos a los tres ítems del problema P5 sobre un circuito formado por un generador ideal de tensión conectado en serie con una resistencia R, un condensador C y un interruptor (montaje RC-serie mostrado en la parte inferior del cuadro1). Cuando se cierra el interruptor los estudiantes deben hacer predicciones sobre el comportamiento de diversas magnitudes del circuito. En la tabla 2 se muestran el enunciado del problema y los resultados de los tres ítems que lo integran, correspondientes a la prueba inicial y final.

5. El montaje de la figura está formado por un generador ideal G (que proporciona una tensión constante V_o) conectado en serie con un condensador de gran capacidad C, una lámpara de gran resistencia R y un interruptor abierto. Si se cierra el interruptor en el instante t =0:
5.1. Indicar qué ocurre con la intensidad de corriente que circula por la resistencia tras cerrar el interruptor.
5.2. Indicar qué ocurre con la diferencia de potencial o voltaje en las placas del condensador tras cerrar el interruptor.
5.3. Cuando ha pasado un tiempo suficientemente largo, se conecta un cable (sin resistencia) entre los puntos X e Y. Indicar si experimenta algún cambio el voltaje del condensador y el brillo de la lámpara.



Ítems P5	Pretest				Postest			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
5.1	23,8	57,1	12,7	7,9	7,9	28,6	39,7	23,8
5.2	26,9	60,3	7,9	4,9	11,1	31,7	36,5	20,6
5.3	25,4	58,7	9,5	6,3	6,3	23,8	41,3	28,6

Tabla 2. Comparación de resultados del análisis de frecuencias sobre el problema P5

Con respecto a la variación de la intensidad de corriente durante el proceso de carga de un circuito RC-serie (ítem 5.1) en la prueba inicial también se aprecia un alto porcentaje de concepciones alternativas o respuestas erróneas desde el punto de vista científico (cerca de tres quintos en la categoría II) y bastantes respuestas en blanco o explicaciones confusas (más de un cuarto en I), resultando muy bajo el nivel de respuestas adecuadas

(IV) o al menos aceptables (III), pues éstas en conjunto suponen solo un octavo del conjunto de respuestas analizadas. Unos resultados parecidos pero un poco más bajos se obtienen en la prueba inicial en torno a las predicciones sobre el voltaje o diferencia de potencial eléctrico existente en las placas del condensador durante el proceso de carga (ítem 5.2), aunque el número de respuestas correctas o aceptables se eleva un poco hasta alcanzar una sexta parte en las predicciones sobre la descarga de un condensador a través de un cable sin resistencia y la reestructuración final del circuito (ítem 5.3).

Las principales dificultades de aprendizaje e ideas de carácter alternativo que se aprecian en estas preguntas se asocian con la idea de que la intensidad de corriente no cambia en el circuito (porque la confunden con el voltaje del generador que es constante), que el voltaje del condensador es constante por estar conectado al generador que proporciona una tensión fija o que al conectar un cable a los extremos del condensador no se ve afectado el resto del circuito. Junto a estos modelos de pensamiento de carácter alternativo también se aprecian otras concepciones erróneas de menor extensión y muchas ideas confusas o incoherentes. Sin embargo, tras el proceso de enseñanza se aprecia un grado amplio de superación de estas dificultades y una mayor competencia en la justificación adecuada de las respuestas acordes con el modelo científico sobre el proceso de carga y descarga en un circuito RC-serie, aunque también se aprecian importantes niveles de persistencia de algunas ideas alternativas (como en los ítems 5.1 y 5.2), que se mantienen en torno a un cuarto o un tercio de las respuestas analizadas en este problema.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

En este trabajo se han mostrado los resultados de algunas actividades realizadas en una investigación sobre aprendizaje de conceptos de electrocinética en primer curso de universidad. En la experiencia se han utilizado mapas conceptuales elaborados con el software CmapTools, como medios para favorecer la reflexión del alumnado sobre los modelos físicos que se estudian en clase, en el marco de un proyecto de trabajo de varias etapas (Pontes et al., 2016). Aunque la investigación es más amplia, y afecta también a otros contenidos del tema de circuitos eléctricos de corriente continua, por limitaciones de espacio hemos dedicado este trabajo a estudiar solamente las respuestas de los participantes a dos problemas cualitativos sobre relaciones entre magnitudes macroscópicas y microscópicas de electrocinética, que es un tema en el que se han realizado pocas investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje (Eylon y Ganiel, 1990; Rana, Kumar y Mendiratta, 2017) y que puede ser interesante como objeto de estudio en posteriores trabajos.

Tras el análisis de las respuestas de los participantes a las cuestiones planteadas en la prueba inicial (pretest) y en la prueba posterior a la experiencia formativa (postest), se ha realizado un estudio comparativo de los resultados obtenidos en ambas pruebas, con objeto de analizar la progresión de ideas o el grado de cambio conceptual alcanzado por los estudiantes tras realizar tareas de representación del conocimiento sobre aspectos avanzados del modelo de corriente eléctrica. En términos generales observamos que los estudiantes que han participado en esta innovación educativa han experimentado una evolución favorable en las ideas y razonamientos que utilizan a la hora de hacer predicciones o explicar el funcionamiento de los circuitos eléctricos analizados. En un trabajo anterior sobre esta temática los alumnos han apuntado que el uso de mapas conceptuales individuales y grupales les ha resultado útil para reflexionar sobre sus conocimientos de electricidad durante el proceso de aprendizaje y a mejorar la comprensión de los modelos científicos (Pontes et al., 2016). Por ello podemos considerar que las actividades de elaboración de mapas conceptuales realizadas en esta experiencia favorecen moderadamente la progresión de los modelos de pensamiento de los participantes sobre los problemas aquí tratados. Aunque también apreciamos la persistencia de algunas dificultades de aprendizaje en torno al modelo avanzado de corriente eléctrica (Pontes, 2020), sobre las que habría que seguir trabajando en el aula para alcanzar un grado de cambio conceptual más elevado.

Finalmente hay que indicar que este estudio constituye una primera aproximación al tratamiento de una temática compleja porque sólo se han recogido datos sobre los conocimientos, previos y posteriores al proceso de instrucción, en torno a problemas concretos que presentaban ciertas dificultades (Gunstone et al., 2009; Pontes, 2017). Quedan, sin embargo, muchos aspectos por abordar en torno al proceso de modelización que realizan los alumnos al construir conocimientos sobre electrocinética y al papel que pueden desempeñar las diversas estrategias educativas (Mei-Hung & Jing-Wen, 2005) y los recursos TIC que pueden emplearse en la mejora del proceso de aprendizaje (Zeynep & Ibilge, 2011; Balta, 2015; Rana et al., 2017). Sobre tales aspectos trataremos de avanzar en posteriores etapas de este proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha contado con la ayuda del Proyecto de I+D "Implicación de los estudiantes en prácticas reflexivas de modelización en la enseñanza de las ciencias" (EDU2017-82518-P).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balta, N. (2015). Development of 3-D Mechanical Models of Electric Circuits and Their Effect on Students' Understanding of Electric Potential Difference. *European Journal of Physics Education*, *6* (1), 15-24

Cicuto, C. A. y Correia, P. R. (2012). Neighborhood analysis: a new approach to evaluate concept maps' propositional network. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *34* (1), 1-10.

Eylon, B. y Ganiel, U. (1990). Macromicro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in student's reasoning". *International Journal of Science Education*, *12* (1), 7994.

Gunstone, R., Mulhall, P. & McKittrick, B. (2009). Physics Teachers' Perceptions of the Difficulty of Teaching Electricity. *Research in Science Education*, 39 (4), 515–538

López Quintero, J.L., Pontes, A. & Varo, M. (2019). Las TIC en la enseñanza científico-técnica hispanoamericana: Una revisión bibliográfica. *Digital Education Review*, *35*, 229-243. **DOI:** 10.1344/der.2019.35.229-243

Mei-Hung, Ch. & Jing-Wen, L. (2005). Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, *42* (4), 429-464

Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *37* (2), 5-24. **DOI:** 10.5565/rev/ensciencias.2648

Pontes, A. (2014). Representación del conocimiento físico del alumnado universitario mediante mapas conceptuales elaborados con CmapTools. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *76*, 34-42.

Pontes, A., López-Quintero, J.L., Varo, M. (2016). El uso de CmapTools en la enseñanza y el aprendizaje de la física. *Actas del 1º Congreso Virtual Internacional de Educación, Innovación y TIC* (pp. 564-573), Redine: Madrid.

Pontes, A. (2017). El uso de simulaciones interactivas para comprender el modelo de corriente eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias*, *35* (Extra), 4371-4377.

Pontes, A. (2020). Estudio exploratorio de los modelos mentales y razonamiento de los estudiantes sobre circuitos de corriente eléctrica. *VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red.* (En prensa). Universitat Politécnica de Valencia.

Rana, K.P., Kumar, V. & Mendiratta, J. (2017). Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite Assisted Experiment for Studying Fundamentals of Series Resistance-Inductance-Capacitance Circuit. *European*

Journal of Engineering Education, *42* (6), 1220-1239. https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1284764

Zeynep, U. & Ibilge , D. (2011). The Effect of Combining Analogy-Based Simulation and Laboratory Activities on Turkish Elementary School Students' Understanding of Simple Electric Circuits. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 320-329. http://www.tojet.net/articles/v10i4/10432.pdf

P.52 ¿Con qué estrategias de aprendizaje ingresan los estudiantes a una universidad pública argentina?

Gladis Edith Medina; Griselda Marilú Marchak, Alicia Jeannette Baumann, Miriam Gladys Acuña, Silvina Alicia Lacy

Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones

macuna@fceqyn.unam.edu.ar

RESUMEN

Poseer estrategias de aprendizaje, permite a los aprendices ser conscientes de los conocimientos que manejan y mediante qué procesos mentales gestionarlos, seleccionando conceptos, procedimientos o actitudes necesarias para alcanzar el objetivo más inmediato, aprender. En este trabajo se presentan los resultados del cuestionario de estrategias de aprendizaje (CEDEA) aplicado a estudiantes ingresantes a la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina. El 97% de la muestra de 514 estudiantes tienen preferencia media por las tres escalas, esto resulta insuficiente para el aprendizaje a largo plazo. Deberán incrementar sus preferencias de utilización de las estrategias a altas, despertando habilidades promotoras de aprendizajes comprensivos y no repetitivos que les permitirá avanzar con mayor eficiencia en sus estudios.

Palabras claves: Estrategias de aprendizaje; ingresantes; estudiantes.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza universitaria trata sobre el proceso educativo que tiene lugar en una institución que actúa en la búsqueda, adquisición y construcción del saber científico, incentivando el desarrollo del proceso intelectual crítico de esos conocimientos; con hábitos muy arraigados que no siempre van acompañados de los cambios necesarios para formar los profesionales que se necesitan actualmente. Autores como López Noguero (2007) sostienen que la evolución en la sociedad del conocimiento de hoy gira alrededor de aprender a resolver problemas, desarrollar la creatividad, la capacidad de innovación y el espíritu crítico. El estudiante de las diferentes carreras que se dictan en las universidades argentinas encuentra serias dificultades para insertarse, permanecer y graduarse. Según estudios realizados por Ferreras Remesal (2008), Villalba (2013) y Acuña, (2015), el estudiante requiere de herramientas facilitadoras de los aprendizajes, que contribuyan a promover el proceso de cambio en sus capacidades dando lugar a la maduración o desarrollo orgánico. Estas investigaciones enfatizan respecto a que la selección y uso de estrategias por parte de los estudiantes, está íntimamente relacionada con sus características motivacionales entendiendo en este caso a la motivación como aquellos aspectos intrínsecos y extrínsecos del sujeto que motorizan sus acciones para alcanzar un fin, Acuña (2015).

Las estrategias son acciones que se inician con la decisión del estudiante, están formadas por una secuencia de actividades, las controla el sujeto que aprende, son intencionales y planeadas por el propio estudiante. Es probable que al enseñar estrategias de aprendizaje se contribuya a disminuir la deserción o la baja tasa de graduación que ocupa a toda la comunidad universitaria de la República Argentina. Así mismo, detectar las deficiencias y dificultades que se les presenta a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, será de gran utilidad para ellos tanto como, para los docentes. Los estudiantes, podrán tomar conciencia de su propio conocimiento, de sus deficiencias y de cuáles recursos disponen de modo de ir afianzándose en su nuevo rol como alumno universitario (Acuña, 2015). Los docentes podrán revisar y ajustar sus prácticas alentando el uso de estrategias adecuadas a la situación áulica particular, corrigiendo las dificultades que vayan surgiendo durante su aplicación, de manera tal que, puedan solucionarse las deficiencias en el aprendizaje y en el rendimiento académico; transcendiendo el mero señalamiento de que sus estudiantes no saben estudiar apropiadamente, no han aprendido a aprender, aunque van a necesitar seguir aprendiendo toda su vida. Se observa entonces que, la importancia de las estrategias de aprendizaje, trascienden a los estudiantes quienes no saben estudiar del modo que la universidad lo requiere y abarcan también al docente

Diagnosticar las estrategias que el estudiante utiliza de modo frecuente se constituiría en información relevante inclusive para que el docente pueda planificar sus materiales didácticos como recurso para favorecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Su determinación, permitiría a su vez utilizar estrategias de enseñanza que favorezcan la propia práctica didáctico-pedagógica y resaltar aquellas que favorezcan un buen rendimiento académico y el desarrollo de las competencias de los estudiantes universitarios, (Villalba, 2013). La nueva cultura del aprendizaje señala que, para mejorar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) el profesor necesita conocer cómo aprenden sus estudiantes y desde esa base parte para organizar actividades que promuevan los conocimientos y potencien las diferentes preferencias de aprendizaje, buscando estimular el desarrollo equilibrado de herramientas tal que los estudiantes logren el éxito académico y sean capaces de aprender a aprender a lo largo de la vida y en cualquier contexto.

Ferreras Remesal, (2008) inicia el estudio de las estrategias de aprendizaje tomando como punto de partida el concepto de aprendizaje, y subsiguientemente describe y analiza críticamente dos paradigmas fundamentales para el estudio del mismo: el conductismo y la psicología cognitiva, y, específicamente para el último caso, el procesamiento de la información. Para llevar adelante su investigación, realizó un exhaustivo estudio de las concepciones de diferentes autores sobre las estrategias de aprendizaje, sintetizando en: son procedimientos, procesos u operaciones mentales; comportan planes de acción para lograr objetivos; de carácter interno y por tanto no observable; se utilizan en la adquisición, en el almacenamiento o retención, en la recuperación y

en la utilización de la información (Ferreras Remesal, p. 50, 2008). Las múltiples definiciones de las estrategias de aprendizaje, son tantas que, inclusive pueden aportar confusión (Acuña, 2015), imagen 1.

Ferreras Remesal (2008) para evaluar las estrategias de aprendizaje, diseña, valida el Cuestionario de Evaluación y Diagnóstico de Estrategias de Aprendizaje (CEDEA) y posteriormente realiza recomendaciones sobre la interpretación de los resultados y orienta sobre el uso pedagógico de los mismos. Para la construcción del cuestionario de 50 preguntas se basa en el Motivational Strategies Learning Questyonaire (MSLQ) (Pintrich, Smith, García y Mckeachie, (1991) citado en Ferreras Remesal, 2008); considera a las estrategias como acciones visibles, abiertas y operativas, susceptibles de enseñanza y entrenamiento, Las divide en tres escalas, las estrategias metacognitivas evaluativas, las de procesamiento de la información y las disposicionales y de control del contexto. Cada una de estas escalas se divide en sub escalas para facilitar su reconocimiento y evaluación, así como, el efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes y los posibles usos por parte del docente, Imagen 2.

Autor y año	Definición
Gagné (1971)	Habilidades que capacitan al estudiante para controlar sus propios procesos de aprendizaje, su retención y su pensamiento.
Weinstein y Mayer (1985)	Todas las actividades y operaciones mentales en las cuales se involucran los aprendices durante el proceso de aprendizaje y que tienen por objeto influir en el proceso de codificación de la información.
Derry y Murphy (1986)	Conjunto de procedimientos o procesos mentales empleados por un individuo en una situación particular de aprendizaje para facilitar la adquisición de conocimientos.
Nisbet y Schucksmith (1987)	Secuencias integradas de procedimientos o actividades que se eligen con el propósito de facilitar la adquisición, almacenamiento y/o utilización de la información.
Monereo (1991)	Procedimientos de mediación cognitiva, encargados, por una parte de controlar la selección y ejecución de métodos y técnicas de estudio, y por otra de planificar, regular y evaluar los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje de todo tipo de contenidos.
Román (1993)	Series eficaces de operaciones mentales que el estudiante utiliza para adquirir, retener y/o recuperar los diferentes tipos de información (conceptos, principios y procedimientos).
Beltrán (1993)	Reglas o procedimientos que nos permiten tomar las decisiones adecuadas en cualquier momento del proceso de aprendizaje. Son las actividades u operaciones mentales que el estudiante puede llevar a cabo para facilitar y mejorar su tarea, cualquiera que sea el ámbito o contenido del aprendizaje
Justicia (1997)	Procedimientos internos, no observables, de carácter generalmente cognitivo, que ponen en juego los sujetos cuando aprenden y que tienen como fin lograr un plan, un objetivo o una meta asociada con la manipulación del conocimiento
Gargallo (1999)	Contenidos procedimentales, que pertenecen al ámbito del "saber hacer". Son las metas habilidades o habilidades de habilidades que utilizamos para aprender, procedimientos que ponemos en marcha para aprender cualquier tipo de contenido de aprendizaje: conceptos, hechos, principios, actitudes, valores y normas y también para aprender esos propios procedimientos.
Ferreras Remesal (2008)	Son todos aquellos procedimientos cognitivos, afectivos y motrices que movilizan los estudiantes de manera consciente y reflexiva, orientados hacia la consecución eficaz de una meta u objetivo específico de aprendizaje. Tienen la finalidad de planificar, controlar, regular y evaluar la incidencia de las variables que influyen en su aprendizaje referidas a sus características personales, a las características del contexto en que el aprendizaje tiene lugar y a las peculiaridades propias del tipo de tareas y de aprendizajes a emprender.

Imagen 1. Definiciones de Estrategias de Aprendizaje de acuerdo con diferentes autores (Acuña, 2015)

METODOLOGÍA

La población de estudio fueron los estudiantes ingresantes en el año 2020 a las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). La encuesta se rea-

lizó a través del aula virtual, la muestra (no probabilística) de 514 estudiantes, surgió de la cantidad que accedieron a responder voluntariamente. El cuestionario (adaptado por Acuña, 2015) se conformó por 47 preguntas cuyas respuestas se miden a través de una escala tipo Likert que permiten diagnosticar las estrategias de aprendizaje; el contenido y distribución para la interpretación se consigna en la imagen 3. Para la puntuación, se asigna un número a cada respuesta: (0) nunca, (1) pocas veces, (2) a veces, (3) muchas veces y (4) siempre, la puntuación total se calcula como la sumatoria de los puntos asignados a cada pregunta e indica el uso de estrategias de aprendizaje en general. Así mismo, la sumatoria de los puntos correspondientes a las preguntas de cada una de las tres escalas indica el uso de un determinado grupo de estrategias. Las preguntas numeradas como, 25, 33 y 41, están formuladas en sentido negativo, por lo tanto, su valoración es en sentido inverso.

Los datos se procesaron de acuerdo con el Baremo confeccionado por la autora imagen 4, utilizando el SPSS Statistics 19, versión gratuita.

Estrategias de Aprendizaje		Efecto en el estudiante.	Docente, puede estimular su utilización mediante:
Escala	Subescala		
I	Estrategias Metacognitivo-Evaluativas	Permite mantener el control de los factores que intervienen e influyen en su proceso personal de aprendizaje (desde el inicio al final)	Las auto instrucciones, el planteo de preguntas, el cuestionamiento, el análisis y discusión metacognitivas, el cuestionamiento elaborado, la auto interrogación metacognitiva, la introspección o el análisis y la discusión metacognitiva
II.	Personalización de la Información Utilización de lo aprendido Transferencia	Destinan hacia el análisis crítico y posicionamiento personal sobre los contenidos objeto de estudio, se inicia con un proceso de comprensión y reflexión previo sobre los contenidos, relaciona nuevos conocimientos a aprender con los previos; facilitan la aplicación y utilización de los nuevos conocimientos aprendidos, en la resolución de nuevas tareas de aprendizaje y problemas de la vida diaria	Actividades de aprendizaje que requieran la aplicación de los contenidos anteriores y establecer relaciones entre los nuevos contenidos y los ya explicados en la asignatura. Diseñar las evaluaciones basándose en la valoración de aprendizajes significativos y no memorísticos. Intentar la integración con los docentes de otras asignaturas para combinar de contenidos de modo vertical y horizontal: Permitiendo que los aprendices experimenten directamente la utilidad y significación de aquello que están aprendiendo.
	Memorización Comprensiva Recuerdo	Reconocer, codificar, almacenar y memorizar los conocimientos de manera significativa, facilitando el recuerdo ante la necesidad: imágenes mentales, mnemotecnias, entre otros.	Situaciones de aprendizaje y sistemas de evaluación que requieran la realización de aprendizajes significativos y no simplemente repetitivos o memorísticos. Utilizando la memorización comprensiva, uso de técnicas para recordar, como por ejemplo las reglas mnemotecnias.
	Organización y de información y Adquisición de la Información	Permiten la adquisición inicial de información para: la comprensión superficial de la misma, trabajar los contenidos a aprender; seleccionar las técnicas de estudio más adecuadas que faciliten comprender con mayor facilidad.	Explicaciones procedimentales orientadoras, algunas técnicas disponibles que se ajusten al tipo de contenidos, puede orientar hacia su adopción eficiente.
	Parafraseado	Impulsan al aprendiz a adquirir el vocabulario adaptado a los contenidos sin cambiarle el significado, pero haciéndolo comprensible	Utilización de actividades de aprendizaje y evaluaciones que animen al aprendiz a expresarse adecuadamente sin cambiar el significado de los contenidos aprendidos.

	Atención Disposición activa	Valoran, la capacidad de mantener la atención durante el aprendizaje, la actitud y disposición activa, apertura propiciadora al proceso de aprendizaje en general.	Manejo de metodología variada, actividades de aprendizaje que resulten atractivas y estimulantes, explicitando la utilidad de los contenidos en el contexto de la asignatura y la carrera. Con esta actitud el docente puede lograr que los aprendices se interesen en la materia, manteniéndolos predispuestos y motivados por el aprendizaje.
III	Motivaciones expectativas positivas	Estimulan la motivación interna hacia el aprendizaje en el alumno, así como de expectativas positivas sobre sus futuros éxitos académicos	Expresión de sus impresiones positivas sobre los logros del estudiante.
	Control del contexto	Valora la habilidad del estudiante para controlar adecuadamente las condiciones físico ambiental como la iluminación, espacio, ausencia de ruidos que distraigan su concentración.	Control de las condiciones del ambiente donde se desarrolla la actividad. F además el fomento de hábitos saludables de alimentación, descanso, entre otros cuya toma de conciencia es requisito para rendir en todos los aspectos de la vida: con la familia, con los amigos, en los aprendizajes; aunque no sean parte de los contenidos, los hábitos saludables influyen en el bienestar general de docentes y aprendices.
	Trabajo en grupo interacción social	Valora la habilidad del estudiante para establecer relaciones positivas con compañeros y profesores y para trabajar con otros en la realización de diferentes tareas académicas.	Organización del trabajo grupal colaborativo.
	Atribuciones externas expectativas negativas	Evalúa en el estudiante la atribución de sus fracasos en el aprendizaje a causas externas y por tanto, no controlables, y la presencia de expectativas negativas hacia su futuro rendimiento académico.	Explicación de los usos de los contenidos enseñados, fomentar sus expectativas positivas mediante el refuerzo constante de sus éxitos y logros, enfatizando el esfuerzo que significa lograr éxitos académicos, que sin embargo no son imposibles de conseguir. Promover ambientes de aprendizaje en aulas

Imagen 2. Estrategias, su efecto sobre el estudiante y el modo en que el docente puede estimular su utilización (Ferreras Remesal, 2008).

Escala	Subescala	Preguntas del Cuestionario
I. Estrategias metacognitivo evaluativas Ítems 1 al 12	Planificación-control / regulación	1, 3, 4, 5, 6, 9, 11 y 12
	Conocimiento / conciencia	7, 8
	Autoevaluación	2 y 10
II. Estrategias de procesamiento de la información. Ítems 13 al 33	Personalización del aprendizaje-utilización de lo aprendido / transferencia	23, 24, 25, 28, 32 y 33
	Memorización comprensiva-recuerdo	20, 26, 29 y 30
	Organización de información	18, 19 y 22
	Adquisición de información	14, 15 y 16
	Parafraseado	21 y 31
	Atención-disposición activa	13, 17 y 27
I. Estrategias Disposicionales y de control del contexto. Ítems 34 al 47	Motivación-expectativas positivas	34, 35, 36, 45 y 46
	Control del contexto	40, 41, 42 y 43
	Trabajo en grupo-interacción social	38, 39 y 47
	Atribuciones externas-expectativas negativas	37 y 44

Imagen 3. Clasificación de las Estrategias de Aprendizaje según Alicia Ferreras Remesal (2008 p. 367). Escalas y subescalas en la versión de 47 preguntas adaptada por Acuña (2015).

Baremo general de puntuación en utilización de Estrategias de Aprendizaje			
Escalas	Baja	Media	Alta
Escala I. Estrategias Metacognitivo-evaluativas	0 a 18	19 a 41	42 a 60
Escala II. Estrategias de procesamiento de la información	0 a 30	31 a 72	73 a 105
Escala III. Estrategias disposicionales y de control del contexto	0 a 21	22 a 48	49 a 70

Imagen 4. Baremo General para interpretación del CEDEA (Acuña, 2015).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario CEDEA se exhiben en la tabla 1. Las estrategias utilizadas por los estudiantes encuestados se distribuyen en las tres escalas consideradas en el cuestionario; son mayoritarios para la preferencia media con valores entre 97 y 99%. En la tabla 1, se muestran, además, los resultados obtenidos por Acuña, (2015) para un número menor de estudiantes y para una sola de las carreras. Al comparar ambos valores, se observó así mismo que, los valores medios de los puntajes alcanzados son menores excepto para la Escala I. Aunque en escaso porcentaje, aparecen estudiantes con preferencia baja que no se encontraron en 2015 y disminuyó visiblemente el porcentaje de quienes tienen preferencia alta. Los estudiantes comprendidos en este trabajo si bien utilizaron todas las estrategias de aprendizaje, lo hicieron con preferencia media. Se podría inferir que por lo menos al responder, no valoraron suficientemente sus capacidades o que no las manejan convenientemente.

La utilización con preferencia media de las estrategias de aprendizaje que realizan nuestros estudiantes configura sus prácticas, muestran el modo en que afrontan sus procesos de aprendizaje. Por lo cual, llegan con insuficiente preparación y si el estudiante no visualiza esta falta e incorpora, ejercita, entrena en la adquisición

de las estrategias ausentes presentará dificultades severas para transitar el plan de estudios de cada una de las carreras que se imparten en esta casa de estudios. Podría implicar severas dificultades para el cursado de las carreras puesto que se suma a las nuevas obligaciones y al ambiente diferente al que deben adaptarse; claramente necesitarán del apoyo que se les pueda brindar desde el Programa de Ingreso, permanencia y tutorías que tiene la unidad académica y seguramente la Licenciada en Psicopedagogía deberá organizar talleres sobre estimulación del uso de estrategias de aprendizaje adecuadas al nuevo entorno. Es probable además que, debido a la falta de entrenamiento, estos estudiantes no sepan qué hacer, cómo hacerlo, o ni siquiera comprender qué es lo que se les está solicitando en cada una de las asignaturas durante el cursado y posteriormente en las evaluaciones.

Tabla 1. Resultados en las preferencias por las estrategias de aprendizaje de los estudiantes ingresantes en el año 2020 comparados con los obtenidos en Acuña (2015), en negrita se muestran los valores actuales.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	PREFERENCIA %			ESTADÍSTICOS	
	BAJA	MEDIA	ALTA	MEDIA	DESVÍO ESTÁNDAR
Año	2020	2020	2015	2020	2015
Escala I	3	97	66	-	29,5
Escala II	-	99	82	1	18
Escala III	1	97	66	2	27,3

CONCLUSIONES

Estos resultados nos señalan la vulnerabilidad de los estudiantes, llegan desprovistos del bagaje de herramientas absolutamente necesarias para transitar eficientemente sus trayectorias académicas, e indican que es necesario afianzar las prácticas de aprendizaje. Los saberes, estrategias, herramientas heterogéneos y endebles con los que arriban, son insuficientes para ayudarlos a superar esta etapa difusa de entrenamiento. Se requiere concientizar sobre el esfuerzo que deben realizar para encontrar el ritmo, adquirir competencias, ocuparse de aprender a aprender. La educación universitaria pública y gratuita no lo es todo per se, requiere del compromiso, de ocuparse en gestionar los tiempos y espacios para adquirir, modificar, perfeccionar las estrategias que utilizan e iniciarse en aquellas que carecen. Por lo cual, puede resultar conveniente solicitar al equipo técnico psicopedagógico y de los tutores del Programa de Ingreso, Permanencia y Tutorías (PIPyT) de la propia institución, la organización de talleres de apoyo para el fortalecimiento de las prácticas de aprendizaje que los estudiantes necesitan. Del mismo modo, recomendar a los docentes de las asignaturas del primer año de todas las carreras, prestar atención, detectar casos y derivar los detectados al servicio del gabinete psicopedagógico para la consulta personalizada.

Para favorecer un aprendizaje más estratégico y competente sugerimos a los docentes comenzar por adoptar estrategias de enseñanza facilitadoras de la utilización de los saberes en contextos cambiantes en los que se van insertando; realizar simulacros de evaluaciones. Probablemente sea conveniente la permanente actualización en didáctica específicas que contribuyan a desarrollar el CDC con base en como aprende el estudiante. Es primordial que el estudiante comprenda que carece de las herramientas necesarias y en ese sentido, actúe en consecuencia para incorporarlas. El esfuerzo, la constancia y la perseverancia son los pilares sobre los que se asienta un estudiante exitoso, ¿en qué consiste el éxito?, en superar cada una de las asignaturas del plan de estudios y terminar la carrera que decidió estudiar.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se produjo en el marco del proyecto 16Q673 Estudio del Sistema de Ingreso y Acompañamiento Tutorial en la FCEQYN, UNaM financiado por la Universidad Nacional de Misiones; el proyecto PICT20150044 y el Programa de Ingreso, Permanencia y Tutorías de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, M.G. (2015) *Factores asociados al rendimiento académico de los alumnos de Licenciatura en Genética de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, su relación con el aprendizaje de Química*. (Tesis de Maestría, inédita). Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén Argentina.

Ferreras Remesal, A. (2008). Estrategias de aprendizaje. Construcción y validación de un cuestionario-escala. (Tesis Doctoral inédita). Universidad de Valencia. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. España. Recuperado el 3 Noviembre de 2011de http://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/

López Noguero, F. (2007). Metodología participativa en la Enseñanza Universitaria. Madrid: Narcea.

Villalba, A.B. (2013). *Estilos de aprendizaje y estrategias de metacognición en alumnos de educación superior*. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Facultad de Humanidades y ciencias. Universidad Nacional del Litoral. Argentina. https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443//handle/11185/662

P.53 Análisis de los conocimientos de los estudiantes de Magisterio acerca del suelo, su importancia y función. Algunas propuestas de actividades para el aula.

Inés Torres Payá, Eugenia García García, Elena García Buitrago, Manuela Caballero Armenta, María Soledad Domingo Martínez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación – CFP, Universidad Complutense de Madrid. E-mail: mariaines.torres@edu.ucm.es.

RESUMEN

El presente trabajo recoge los resultados del análisis de los conocimientos que los estudiantes de Magisterio poseen sobre el suelo. Estos datos han sido obtenidos a partir de un cuestionario que incluye preguntas relacionados con la composición, función y formación del suelo; los problemas medioambientales derivados de la actividad humana; los organismos que habitan en el suelo y su función; así como la transformación de la materia orgánica. Se incluyen además propuestas para trabajar en el aula que permitirán mejorar el nivel de conocimiento en este tema y de forma general sus competencias científicas que repercutirá en su futura labor docente.

Palabras clave: suelo; contaminación; microorganismos; Magisterio.

INTRODUCCIÓN

El año 2015 fue declarado por la FAO "Año internacional del suelo" (AIS), teniendo como objetivo aumentar la concienciación y la comprensión de la importancia del suelo para la seguridad alimentaria y las funciones esenciales de los ecosistemas del mundo. Los suelos producen de forma directa o indirecta el 95% de los alimentos y sostienen la mayor biodiversidad del planeta.

Uno de los objetivos específicos del AIS es "educar al público sobre el papel crucial que desempeña el suelo en la seguridad alimentaria, la adaptación y mitigación del cambio climático, los servicios ecosistémicos esenciales, la filtración del agua subterránea, la mitigación de la pobreza y el desarrollo sostenible". Así mismo la FAO advierte que "el suelo es un recurso finito, lo que significa que su pérdida y degradación no es recuperable en el transcurso de una vida humana". El suelo es de suma importancia para la vida del hombre, como reconoce la Directiva para la protección del suelo del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea (2006/0086 COD) y, más recientemente, la Declaración de Viena sobre el suelo (2015). Los suelos retienen nutrientes y agua, permitiendo la vida de plantas y animales, nos proporcionan alimentos, biomasa y materias primas; además sirve de soporte para la construcción de edificios y vías de comunicación. Por todo ello en la reunión de Viena la International Union of Soil Science declaró la década 2015-2024 como La Década Internacional del suelo.

JUSTIFICACIÓN Y MARCO TEÓRICO

Varios organismos internacionales han llamado la atención sobre la necesidad de cuidar los suelos y para ello hemos de conocerlos. Como ciudadanos responsables hemos de reconocer nuestro papel en el cuidado del medio ambiente y en este caso también cómo nuestras actividades pueden dañar este recurso frágil; se considera que la fertilidad de más del 50% de los suelos de nuestro planeta está en peligro. La enseñanza en los centros escolares parece la única respuesta a esta concienciación. La ciencia del suelo integra disciplinas diversas como las ciencias, la tecnología, la ingeniería o las matemáticas, lo que ha llevado a Margenot, Alldritt, Southard y O'Geen (2016) a trabajarla en la educación primaria. Reyes-Sánchez (2006) argumenta y profundiza sobre la necesidad de desarrollar una conciencia colectiva para proteger y preservar el suelo, y esto pasa por enseñar la ciencia del suelo desde infantil y mantener esta enseñanza en todos los niveles preuniversitarios. "La enseñanza de esta ciencia, vinculada de forma interdisciplinar a toda la currícula básica, es una prioridad que debemos constituir en estrategia y garantía de futuro" (Reyes-Sánchez (2012, p. 90)), pues es la única vía de alcanzar la sostenibilidad y la solidaridad que asegurará la alimentación a nivel mundial. Adewopo et al., 2014 recoge las 25 cuestiones prioritarias en la investigación del suelo en este siglo 21, de este modo pretender reivindicar la revitalización y el reconocimiento de la Ciencia del Suelo, promoviendo la investigación del suelo desde diferentes disciplinas.

A pesar de las diversas iniciativas de los últimos años a favor de la enseñanza del suelo no parecen suficientes las investigaciones acerca de las ideas de los estudiantes sobre este tema. Happs, 1981 fue el primero que indagó sobre estas ideas, y observó que los estudiantes veían al suelo tan solo como una superficie sobre la que el ser humano se desplaza. Fernández, Sesto y García-Rodeja (2017) investigaron sobre los modelos mentales de alumnos de 4ºESO acerca del suelo y clasificaron estos modelos entre tres tipos: el modelo de suelo primigenio, el geológico y el ecológico.

Más frecuentes son las investigaciones sobre los conocimientos de los estudiantes relacionados con los procesos de descomposición de la materia orgánica en el suelo y los ciclos biogeoquímicos. Los estudiantes muestran un gran desconocimiento sobre estos procesos, asumen a la materia orgánica descompuesta como un fin irremediable sin reflexionar en los procesos y en los intervinientes en dichos procesos (Ero-Tolliver, Lucas y Schauble, 2013 y Çetín, 2007). A menudo les resulta difícil relacionar los procesos biológicos y químicos en la degradación de los restos orgánicos (Laurel et al. 2011).

Prager y Curfs (2016) realizan un gran repaso de los distintos trabajos relacionados con la degradación de los suelos, la gravedad de ésta en todo el mundo, la realidad sociocultural, la difícil percepción por la ciudadanía y la falta de toma de decisiones por parte de las instituciones y políticos. La percepción de esta degradación difiere enormemente entre los distintos sectores de la sociedad.

Alcalde Aparicio (2015) recopila las principales actividades que desarrolló la FAO en 2015 para difundir el conocimiento del suelo y reconocerlo como un recurso vital para el ser humano y el resto de los seres vivos, con prácticas, juegos, links a recursos educativos, etc.

Por todo esto, el *principal objetivo* de este trabajo es profundizar en el conocimiento del suelo de los futuros profesores siguiendo las recomendaciones de las organizaciones e instituciones gubernamentales, así mismo se pretende mostrar actividades fácilmente trasladables al aula y que permitan enseñar conductas sostenibles. Nuestros estudiantes, futuros docentes, deberían considerar al suelo como un recurso vital tanto para el ser humano como para los ecosistemas y al mismo tiempo percibirlo como un recurso didáctico con el que aprender y enseñar de forma multidisciplinar. Todo ello permitiría asegurar el que sus futuros alumnos (desde Infantil a Secundaria) adquieran las competencias básicas.

METODOLOGÍA

El estudio se ha llevado a cabo con 2 grupos de estudiantes del Grado de Magisterio de Primaria: el grupo A está formado por 34 estudiantes de 4º curso y el grupo B está formado por 45 estudiantes de 3º curso, y un tercer grupo del Grado de Magisterio de Educación Infantil (grupo C) formado por 47 estudiantes.

Los conocimientos de los estudiantes del Grado de Magisterio han sido recogidos en un cuestionario validado por profesoras de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Los contenidos incluidos en el cuestionario se han agrupado en 4 bloques: el primero de ellos incluiría conceptos generales sobre el suelo tales como su composición, función y origen; el segundo se refiere a aspectos relacionados con el deterioro y la conservación del mismo; el tercer bloque incluye preguntas relacionadas con el conocimiento de los seres vivos que habitan en él y el último hace referencia a los procesos de transformación de la materia orgánica y los ciclos biogeoquímicos que se desarrollan en el suelo.

La rúbrica se ha elaborado a partir de las respuestas dadas por los estudiantes. Se han categorizado generalmente en cuatro o cinco respuestas agrupadas por similitud.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Bloque 1: definición de suelo, función y origen

1.1 ¿Qué es el suelo?

Las respuestas, tal y como se observa en la figura 1.a, son variables dentro de los grupos, aunque la más recurrente (41%) es que el suelo es la superficie externa de la Tierra (a), a menudo indican que es “la superficie donde pisamos”; un 20% se refiere a la composición del suelo, formada por material orgánico e inorgánico. Tan sólo un 10 % hace alusión a que el suelo es el soporte de los seres vivos (b), mientras que una quinta parte deja la pregunta en blanco o sus respuestas no tienen sentido por ejemplo: “formación a través de elementos naturales o artificiales” o “parte terrestre que está en la Tierra”.

1.2. ¿Para qué sirve el suelo? Indica las funciones por orden de importancia

Más de un 20% no responden o sus respuestas son incoherentes: “para que viva el ser humano (gravedad)”, “para proteger a las capas que hay debajo” o “para formar parte de los paisajes”. Al margen de estas respuestas la mayoría se refiere a la función agrícola del suelo (33%), y un 12% considera que el suelo sirve para construir sobre él. Tan sólo un 11% ha tenido en cuenta su función ecológica.

1.3. ¿Cómo se forma el suelo?

Ante esta pregunta existe (ver figura 1.b), un enorme desconocimiento sobre la formación del suelo: más del 60% de estudiantes no contestan o lo hacen de forma incorrecta, refiriéndose a menudo a que son la tectónica de placas, los volcanes o terremotos los que lo originan.

De las respuestas válidas, el proceso más mencionado ha sido la sedimentación/acumulación de material rocoso o mineral (d), y sólo un 10% se ha acercado a la respuesta correcta (acumulación y transformación de materia orgánica e inorgánica (b)).

Figura 1.a. a) Superficie externa de la Tierra. b) Soporte seres vivos. c) Compuesta parte orgánica/inorgánica. d) Sólo minerales. e) Sólo seres vivos. f) NS/NC

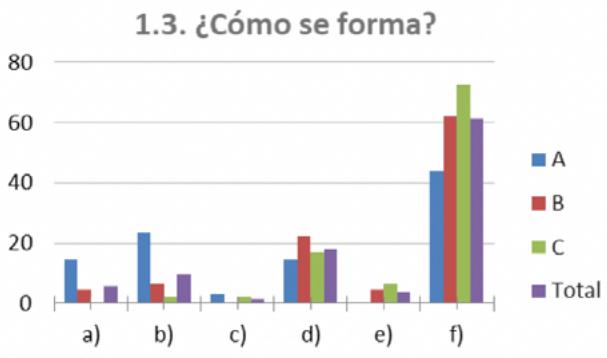


Figura 1.b. a) Descomposición de seres vivos. b) Transformación orgánica/inorgánica. c) Acción microorganismos. d) Erosión/sedimentación. e) Paso del tiempo f) NS/NC

Bloque 2: Cuidado del suelo

2.1. ¿El suelo se puede contaminar? ¿Cómo?

Como aparece en la figura 2.a, han nombrado por este orden: casi el 40% al vertido de productos tóxicos (a), los sólidos no degradables (c), los herbicidas y pesticidas (b), la radioactividad (d) y las aguas residuales (e). Por otro lado, casi un 30% desconoce la facilidad con la que se contamina el suelo.

2.2. Indica alguna de las maneras en las que el ser humano puede deteriorar los suelos

Esta pregunta admitía más de una respuesta; las acciones humanas más nombradas han sido la contaminación por vertidos, la deforestación y las construcciones (todas ellas acciones que se perciben con claridad). Muy pocos dejan sin contestar la pregunta.

2.3. ¿El suelo es un recurso renovable? Razona la respuesta

Hay más de un 50% de los estudiantes desconocen si el suelo es renovable o no. Los que consideran que sí lo es, afirman que es un proceso lento, y los que responden que no lo justifican diciendo que es limitado.

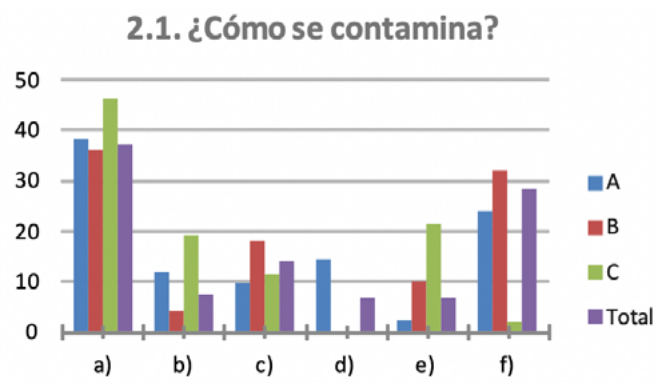


Figura 2.a a) Contaminantes b) Herbicidas. c) Sólidos no degradables. d) Radioactividad e) Aguas residuales f) NS/NC

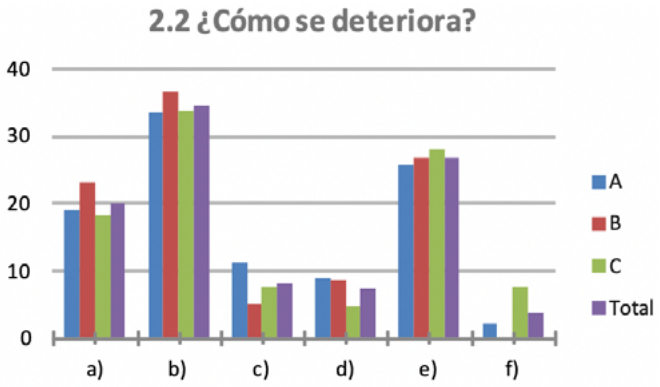


Figura 2.b a) Deforestación b) Vertidos c) Sobreexplotación d) Minería e) Construcciones f) NS/NC

Bloque 3: Acción de los seres vivos

3.1. Hay animales llamados ingenieros del suelo, como las lombrices, termitas, hormigas, topos, escarabajos... ¿Por qué reciben este nombre? ¿Qué efectos tiene su acción?

Hay aproximadamente un 50% de respuestas en blanco y entre las respuestas dadas las más nombradas (20% cada respuesta) es que estos organismos son capaces de cambiar físicamente el suelo (a), o que en él construyen sus refugios (c). Opiniones menos numerosas han sido estos organismos airean la tierra al moverse por el suelo (b) o que la renuevan fertilizándola (d) (figura 3.a).

3.2. Las bacterias y los hongos realizan una importante función en el suelo; ¿sabes cuál es y en qué consiste?

Muy llamativo ha sido el resultado relacionado con los microorganismos: un 73% desconoce la función que realizan estos organismos en el suelo (figura 3.b)

3.3. ¿Podrías decir alguna característica de estos grupos?

No han sido capaces (en un 90%) de reconocer que estos organismos son descomponedores, procariotas o eucariotas, unicelulares... y mucho menos que son heterótrofos.

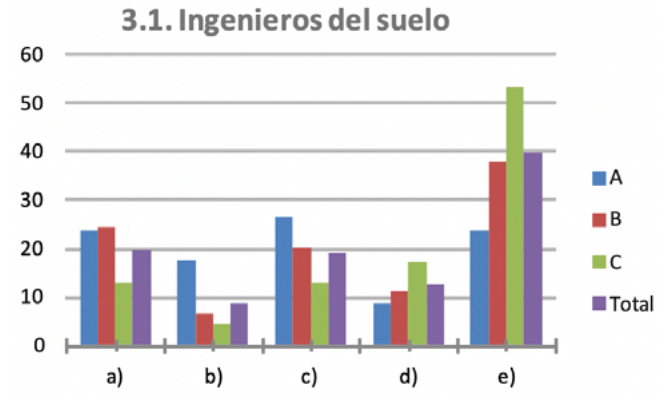


Figura 3.a a) Modifican el suelo b) Hacen túneles y permiten la aireación c) Refugios d) Renuevan la tierra e) NS/NC

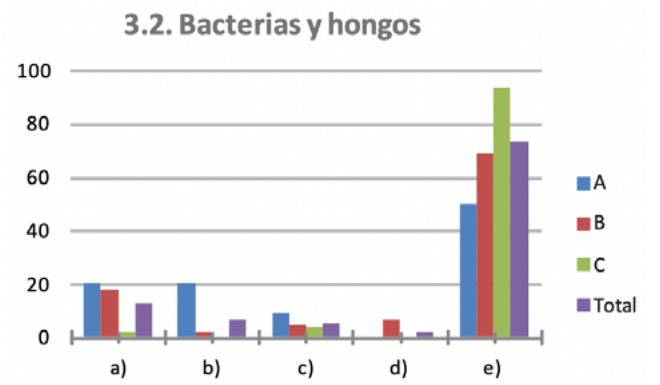


Figura 3.b a) Descomponen materia orgánica b) Transforman orgánica en inorgánica. c) Aportan nutrientes d) Preparan para que sea más fértil e) NS/NC

Bloque 4: Los ciclos biogeoquímicos

4.1 El Nitrógeno, como otros elementos, es imprescindible para la vida y pasa de unos seres a otros. Ordena con flechas las etapas por las que pasa: liebre, suelo, bacterias y hongos, hierba, cadáver de liebre, restos vegetales.

Aproximadamente una cuarta parte de los alumnos dejan en blanco la pregunta (c), de los que lo responden tan sólo el 13% lo hace de manera correcta (a) (figura 4.a). A menudo indican una sucesión que no tiene sentido porque sitúan a los consumidores antes de los productores o a sus restos antes que ellos mismos; además parecen no entender el que los descomponedores han de ir después de los restos de la liebre y de las plantas, de forma que tras su acción los productos liberados pasan al suelo para estar de nuevo disponibles para las plantas.

4.2. En el suelo se llevan a cabo proceso de humificación y mineralización. ¿Cuál es el significado de estos conceptos?

En el caso de la humificación el 66% lo ha dejado en blanco, el 33% ha dado respuestas incorrectas como: "humificación es aumentar la humedad", "es cuando el suelo se pone más húmedo", "hidratación del suelo", "es aquello producido o provocado por el ser humano", en clara confusión con el término humanización y tan solo un 1% ha respondido correctamente al indicar que se trata de la transformación de los restos orgánicos en humus (figura 4.b). En el caso de la mineralización el 51% no ha contestado o ha dado respuestas incoherentes como por ejemplo "es la formación de minerales en el suelo", "es aportar minerales al suelo", "es la presencia de minerales" y solo el 8% ha indicado que la mineralización es el proceso de transformación de la materia orgánica en sustancias inorgánicas.

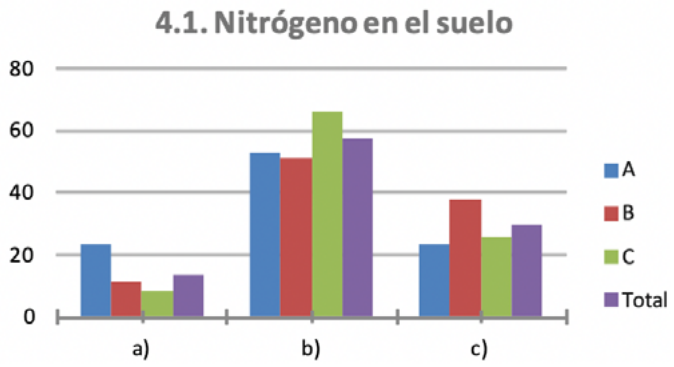


Figura 4.a a) Bien b) Mal c) NS /NC

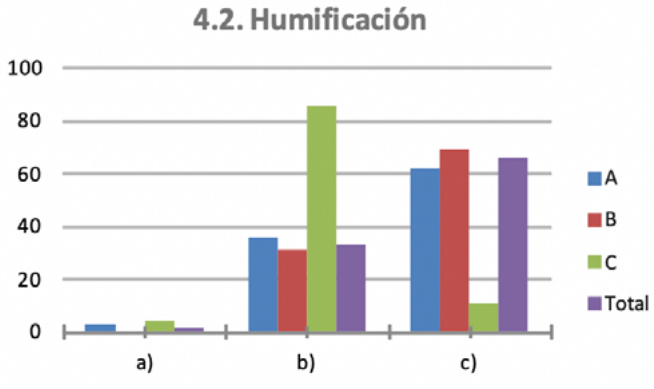


Figura 4.b a) Bien b) Mal c) NS /NC

DISCUSIÓN Y ALGUNAS PROPUESTAS PARA EL AULA

En relación al conocimiento de los estudiantes de Magisterio sobre qué es el suelo, la mayoría lo conciben como la superficie externa de la Tierra, lugar sobre el que vivimos, pisamos y construimos, al igual que se ha constatado en otras investigaciones previas tales como Happs (1981), Yus y Rebollo (1993), Reyes-Sánchez (2012), Fernández et al. (2017). Al ser respuestas abiertas se ha observado con demasiada frecuencia que no interpretan o no entienden correctamente las preguntas, puesto que para responder a la pregunta ¿qué es el suelo? han hecho referencia únicamente a su composición.

En cuanto a los procesos de formación del suelo el desconocimiento es significativo ya que más de un 60% no es capaz de responder de manera mínimamente coherente, nombrando procesos que nada tienen que ver con

los procesos edafológicos como por ejemplo la tectónica de placas, los terremotos o el paso del tiempo por sí mismo. Las escasas respuestas que se acercarían a los conocimientos científicos han sido aquellas que señalan a la sedimentación de material rocoso al igual que han observado Sóñora, García-Rodeja y Brañas (2001), Rebollo, Prieto y Brero (2005).

Entre las funciones que le atribuyen al suelo la más señalada es la función agrícola, a la que se refieren un tercio de los estudiantes. Además consideran al suelo el lugar donde construir o bien como soporte de los seres vivos, concretamente se refieren a la nutrición de las plantas o como soporte de los ecosistemas en general. Estas respuestas han sido también recogidas por autores como Fernández, et al. (2017), y Rebollo et al. (2005).

Los contenidos referentes al deterioro y cuidado del suelo son más conocidos por el alumnado debido a que forman parte de la educación ciudadana al margen de la educación estrictamente curricular. No requieren por tanto un conocimiento científico, bien geológico o ecológico, sino que surgen de la preocupación actual sobre el deterioro del Medio Ambiente y el Cambio Climático.

La acción de los seres vivos es claramente desconocida, tanto animales, vegetales y sobre todo microorganismos. Se ha indagado sobre sus funciones, características fisiológicas o anatómicas, modo de vida, función ecológica e incluso taxonomía y las respuestas en los pocos que han contestado han sido incorrectas. Lo que lleva a pensar en la necesidad de trabajar específicamente los organismos del suelo dada su enorme importancia ecológica.

Los procesos de transformación de la materia orgánica en el suelo son ignorados por prácticamente la totalidad del alumnado. Al preguntarles por la humificación y la mineralización sus respuestas hacen alusión a conceptos cotidianos como la humidificación y la formación de minerales respectivamente. Independientemente de que la pregunta se haya formulado para responder de forma abierta o mediante un test con respuestas dadas, los resultados han sido idénticos. La comprensión de la transformación de la materia orgánica ha sido investigada en múltiples ocasiones y se ha observado que los estudiantes no acaban de integrar los procesos biológicos, geológicos y químicos que intervienen en la misma (Ero-Tolliver et al., 2013; Çetín, 2007 y Laurel et al., 2011).

Teniendo en cuenta los pobres resultados que han mostrado los estudiantes del grado de Magisterio y dado que la FAO en 2015 marcó una serie de iniciativas para dar a conocer el suelo a la ciudadanía se proponen una serie de actividades que ayudarán a que los futuros docentes comprendan la necesidad de enseñar en sus aulas este frágil recurso natural. Al igual que han hecho otros trabajos previos como Brañas, Sóñora, Jiménez y García-Rodeja (1998), Brero, Blanco, Prieto y González (2001) y Martínez, Gil y de la Gándara (2016).

ACTIVIDADES PROPUESTAS

La textura o distribución granulométrica del suelo representa una de las propiedades físicas que más información aporta en relación a su potencial para sostener una cubierta vegetal. Proponemos dos determinaciones: el método rápido o de campo basado en la plasticidad del suelo cuando se le añade agua y el método de "estratificación" o distribución en capas granulométricas en un recipiente transparente.

La permeabilidad de un suelo está estrechamente relacionada con la granulometría de éste, y de igual manera que la textura se puede determinar de forma muy sencilla. Se propone seleccionar suelos de diferentes texturas y observar cómo se filtra el agua a través de ellos. Por otro lado se recoge el agua no retenida en el suelo y se calcula el porcentaje de agua retenida que representará parte del agua disponible para las plantas.

Compostaje. Se ha de resaltar la importancia de la bondad de esta práctica; por un lado nos deshacemos de desechos orgánicos y por otro obtenemos un material (el compost) que provee al suelo de unas propiedades únicas. El tener una compostadora en los centros educativos permite que los estudiantes observen la gran transformación de los restos de origen vegetal a lo largo del tiempo y aprenderán acerca de lo ciclos biogeoquímicos.

Degradación de residuos en diferentes suelos. Observación de la degradación de residuos de diferente naturaleza al ser enterrados en diferentes suelos. Este estudio se puede llevar a cabo en el aula ya que el material que se necesita es sencillo y de bajo coste, pudiendo realizarse múltiples análisis o actividades como el tipo de suelo en el que se entierra, la cantidad de agua que contiene, aireación, etc. Al utilizar productos cotidianos para los alumnos y de diferente velocidad de biodegradación se promueve la reflexión sobre las consecuencias de tirar colillas, chicles, plásticos...

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adewopo, J.; VanZomeren, C.; Bhomia, R.; Almaraz, M.; Bacon, A.; Eggleston, E.; Judy, J.; Lewis, R.; Lusk, M.; Miller, B.; Moorberg, C.; Snyder, E.H. y Tiedeman, M. (2014). Top-Ranked Priority Research Questions for Soil Science in the 21st Century. Soil Science Society of America, 78 (2), 337-347.

Alcalde Aparicio, S. (2015). Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015, Año Internacional de los Suelos (AIS2015). Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 23.3 ,330-342

Brero, V., Blanco, A., Prieto, T. y González, F. (2001). Actividades para la iniciación al concepto de suelo. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 8(30), 55-65.

Çetín, G. (2007). English and Turkish pupils' understanding of decomposition. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 8 (2), article 5. 24 pág.

Declaración de Viena sobre el Suelo. Proclamada en la Celebración del Año Internacional de Suelos 2015: Logros y desafíos futuros, 7 de diciembre 2015, Viena, Austria.

Directiva para la protección del suelo (2006/0086 COD) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A52006PC0232

Ero-Tolliver, I., Lucas, D y Schauble, L. (2013). Young Children's Thinking About Decomposition: Early Modeling Entrees to Complex Ideas in Science. Res Sci Educ. 43, 2137–2152

FAO (2015). Año internacional de los suelos. http://www.fao.org/soils-2015/resources/fao-publications/es/

Fernández, A.; Sesto, V. y García-Rodeja, I. (2017) Modelos mentales de los estudiantes de secundaria sobre el suelo. Enseñanza de las Ciencias, 35.2, 127-145

Happs, J. C. (1981). Soils. Science Education Research Unit. Working Paper 201. New Zealand: Waikato Univ. Hamilton.

Laurel M. Hartley, Brook J. Wilke, Jonathon W. Schramm, Charlene D'Avanzo, and Charles W. Anderson. (2011). College Students' Understanding of the Carbon Cycle: Contrasting Principle-based and Informal Reasoning. BioScience 61, 65–75.

Margenot, A.J.; Alldritt, K.; Southard, S. y O'Geen, A. (2016). Integrating Soil Science into Primary School Curricula: ¡Students Promote Soil Science Education with Dig It! The Secrets of Soil. Soil Science Society of America Journal, 8 (4), 831-838.

Martínez Peña, B, Gil Quílez, M.J. y Gándara, M. (2016). Aportación de las experiencias a la construcción de modelos: el suelo como sistema. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 24 (2), 182-189.

Prager, K. y Curfs, M. (2016). Using mental models to understand soil management. Soil Use and Management, 32,36–44.

Rebollo, M., Prieto, T. y Brero, V. (2005). Aproximación a la historia y epistemología del concepto de suelo: implicaciones didácticas. Enseñanza de las Ciencias, (Extra), 1-5.

Reyes-Sánchez, L. B. (2006). Enseñanza de la ciencia del suelo en el contexto del desarrollo sustentable. Terra Latinoamericana, 24 (3), 431-439.

Reyes-Sánchez, L. B. (2012). Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro. Spanish Journal of Soil Science, 2(1), 87-99. DOI: 10.3232/SJSS.2012.V2.N1.07

Sóñora, F., García-Rodeja, I. y Brañas, M. P. (2001). Discourse analysis: pupils' discussions of soil science. En I. García-Rodeja et al. (eds.), Proceedings of the 3rd ERIDOB Conference, 313-326). Santiago de Compostela. http://dx.doi.org/10.5565/rev/enseciencias.2217

P.54 Alfabetización científica de los estudiantes de Educación en España

Remo Fernández-Carro [1], Amparo E. Benéitez [2], José Eduardo Vílchez [3], Marta Ceballos [3], Marta Reina [3] y Ángel Ezquerra [2]

[1] Dpto. de Filosofía, Sociología, Antropología y Estética, Área de Sociología. Universidad de Castilla - La Mancha. [2] Dpto. de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid.
[3] Centro de Estudios Universitarios *Cardenal Spínola* CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla). JoseRemo.Fernandez@uclm.es

RESUMEN

La influencia de los maestros es clave en la alfabetización científica de la sociedad. Pero, ¿es su *cultura científica* mejor que la de la sociedad general? Para responder a esto este trabajo explota dos preguntas de *cultura científica* de una encuesta sociológica, la primera de ellas idéntica a la de la EPSCYT (2018 y 2016) de la FECYT. Los datos sugieren que la cultura científica de los estudiantes de educación de primaria e infantil no es mejor que la de su grupo de edad, a igualdad de estudios y clase social, lo que puede tener efecto sobre la alfabetización científica general.

Palabras clave: Alfabetización científica; Conocimiento científico; Actitudes hacia la ciencia; Encuestas; Comprensión Pública de la Ciencia (*Public Understanding of Science, PUS*).

INTRODUCCIÓN

¿Es la cultura científica del profesorado en formación español mejor que la de su grupo de edad? ¿Es mejor su actitud hacia la ciencia? Los maestros son, en su ejercicio profesional, el primer acceso de la sociedad al conocimiento científico, el paso previo e imprescindible de la divulgación científica. Tanto su cultura científica como sus actitudes hacia la ciencia son claves en la alfabetización científica de las Sociedades del Conocimiento. El propósito de este trabajo es comparar la cultura científica de los maestros en formación con la de la población española.

Para ello se usó la encuesta de *Percepción de la Ciencia y la Tecnología entre Maestros en Formación* del proyecto SCIxSOC que replica las encuestas de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (EPSCYT) de 2018 y 2016 de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Esta clase de encuestas internacionales que estudian la opinión sobre la ciencia han originado una extensa discusión académica desde los años 1950.

MARCO TEÓRICO

Las primeras investigaciones sobre alfabetización científica se basaban en el "modelo de déficit" (Davis, 1958; Durant, Evans y Thomas, 1989). Como muestra mucha de la investigación posterior, el modelo de déficit se basa en varios prejuicios, que no hay un límite práctico al conocimiento que el ciudadano corriente puede adquirir (Hardin, 2002) o incluso una obligación moral de adquirirlo, que existe un nivel óptimo de conocimientos (Cortassa, 2016), y que el conocimiento de los legos es insuficiente (Wynne, 2001, 1995). Los gobiernos habían encargado estos estudios al detectar actitudes negativas hacia la ciencia (Cortassa, 2016) y proponían como solución tanto políticas de divulgación entre los legos que mejorasen sus actitudes, como un cambio en las políticas educativas. Todos aquellos supuestos han sido refutados en buena parte por la investigación (Allum et al., 2008; Sturgis y Allum, 2004; Evans y Durant, 1995; Shamos, 1995; Wynne, 1995; Michael, 1992; Hilgartner, 1990), aunque la evidencia muestra también que una parte de las actitudes hacia la ciencia entre la población se explican por el nivel de conocimiento científico, *ceteris paribus* (Cortassa, 2016; Roduta Roberts et al., 2013). Si esto es así, el nivel del conocimiento científico de los educadores en formación puede influir sobre sus actitudes y, tanto ese conocimiento como esas actitudes influir en las de sus estudiantes.

Esta comunicación se ocupa del conocimiento científico básico de los maestros en formación, principalmente de los niveles de infantil y primaria, como paso previo a un estudio sobre sus actitudes. Dos de las preguntas de la encuesta que utilizamos fueron diseñadas para medir conocimiento científico de forma equiparable a las encuestas internacionales; la primera replica las ediciones de 2016 y 2018 de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (EPSCYT) de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2019; 2017), lo que permite comparar con la población general y de la misma edad. La segunda batería se diseñó con dos criterios: el equilibrio entre disciplinas, y que las cuestiones representen la comprensión de procesos más que la memorización de datos o resultados. En lo que sigue, describiremos las encuestas y las variables estudiadas (se puedes solicitar a los autores copia del cuestionario completo). Las analizaremos luego mediante estadística descriptiva para inmediatamente tratar de descubrir mediante estadística inferencial qué influye en el conocimiento de los estudiantes. Por último, compararemos el nivel de la muestra con el de la población general y en particular con los miembros de su cohorte.

LAS VARIABLES UTILIZADAS, Y UNAS HIPÓTESIS SENCILLAS

Nuestra encuesta es una réplica —adaptada al universo— de las EPSCYT 2016 y 2018 de la FECYT, con una muestra de 538 estudiantes de Educación Primaria, Educación Infantil y Máster de Secundaria; el diseño muestral no es estadísticamente representativo en esta oleada. Las variables *Suma de respuestas del cuestiona-*

rio de Oxford y *Suma de respuestas del cuestionario de Conocimientos* son sumas de las baterías P.14 y P.16, alternativas entre una respuesta correcta y otra incorrecta. Las dos miden *alfabetización científica* o *cultura científica* (aquí las tratamos como sinónimos). A la primera se la suele llamar *Cuestionario de Oxford*; aunque discutida, esta batería ha sido muy probada y pese a su sencillez parece robusta. La segunda batería mide lo mismo, pero incluye 23 preguntas de los nivele obligatorios (usamos versiones que restan 8 y 23 respectivamente para que el rango comience en cero, que hemos llamado *Oxoniense* y *Conocedor*). *Oxoniense* nos informa de cuántos estudiantes "*aprueban*" este "examen", quienes responden correctamente a más de la mitad de las preguntas. De 531 respuestas válidas sólo 15 (un 2,8%) aciertan menos de tres (de ocho): "*aprueba*" un 97,2%. Un 18,3% responde correctamente a todas. El promedio de respuestas acertadas es de 6,29; más de la mitad de los estudiantes responde bien a seis o más. *Conocedor* se corresponde más con los conocimientos que los estudiantes deberían tener. Responden 512 de 542. Esta vez "*suspende*" una proporción mayor, un 17,2%: 88 responden a menos de 12 —el *aprobado*— pero nadie responde bien menos de siete: en promedio, 14,67. Sólo tres personas responden correctamente a las 23, un 0,6% (dos responden a 22); la mitad responde a 15 o más, y en promedio responden correctamente 14,7 preguntas (la moda es 14). ¿Son consistente estas medidas? Quienes tienen mejor nota en una de las baterías, ¿la tienen en la otra? La prueba de X^2 (Ji-cuadrado) para las dos variables confirma la relación (X^2 = 255,97, 96 g.l., sig. 0,000). La correlación de Spearman es de 0,447 (sig. 0,000).

CÓDIGOS Y RESPUESTAS CORRECTAS A P.14

Código		Respuesta
Láser	P.14.4	Los rayos láser funcionan mediante la concentración de ondas de luz.
La tierra gira	P.14.1	La Tierra gira alrededor del Sol.
Deriva continental	P.14.3	Los continentes siempre han estado y estarán en movimiento.
Dinosaurios	P.14.5	Los humanos nunca han convivido con los dinosaurios.
Fruta GMO	P.14.6	Comer una fruta modificada genéticamente no influye en los genes de la persona que la come.
Cambio climático	P.14.7	El cambio climático actual se debe principalmente a la acumulación de gases de efecto invernadero.
Antibióticos	P.14.2	Los antibióticos curan infecciones causadas por bacterias.
Pi	P.14.8	El número pi (π) se suele aplicar, entre otras cosas, en la fabricación de neumáticos.

En el Cuestionario de Oxford la pregunta que más dificultad dio a los estudiantes fue P.14.8: *El número pi (π) se suele aplicar, entre otras cosas, en la fabricación de neumáticos*. Su alternativa es que *El número pi (π) es la relación entre los catetos y la hipotenusa de un triángulo* (Figura 1). El resto han sido respondidas correctamente por más de la mitad. Las que menos respuestas correctas tienen son P.14.2 y P.14.7. La que más, un 93,9%, es P.14.4. De la otra batería, P.16, sólo cinco preguntas son acertadas por menos de la mitad (Figura 2).

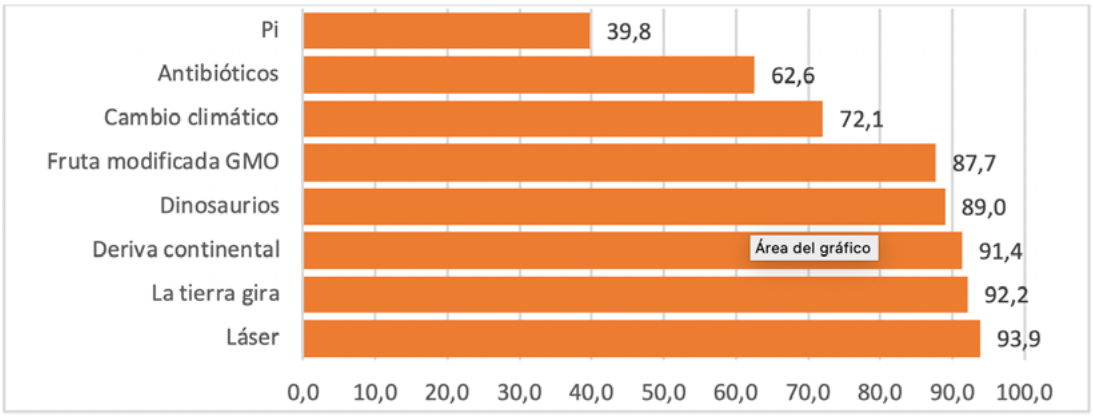


Figura 1.– Respuestas correctas a P.14, "Cuestionario de Oxford".
% de respuestas válidas.

Figura 1.– Respuestas correctas a P.14, "Cuestionario de Oxford".
% de respuestas válidas.

El análisis de X^2 de Oxoniense con P.14.8 (*Pi*, la que más gente "suspendió") sugiere que la pregunta está mal formulada.

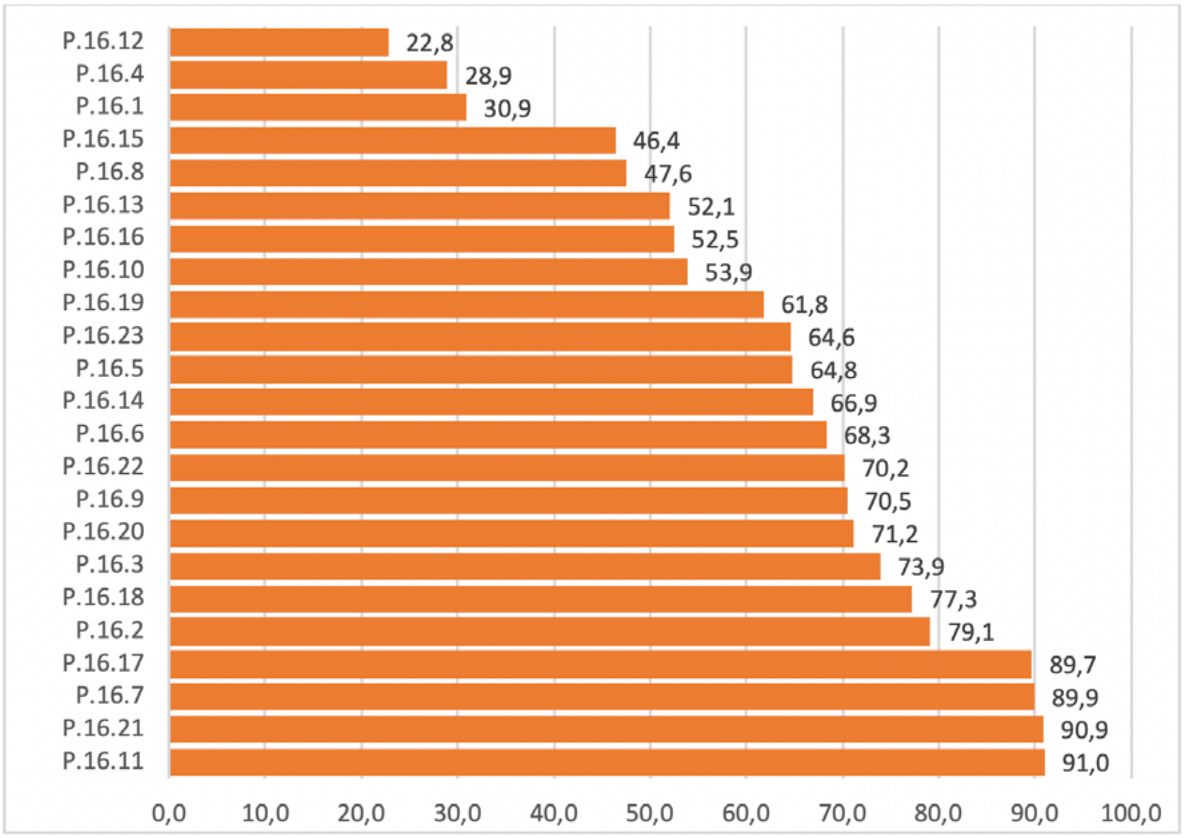


Figura 2.– Respuestas correctas a P-16 "Conocimientos".
% de respuestas válidas.

La hipótesis central es que los estudiantes de magisterio tienen una cultura científica ligeramente mejor que la de la población general de sus mismas cohortes, porque han sido extraídos de entre los miembros de esa población por sus credenciales académicas y se les supone vocación. La literatura muestra mejores resultados escolares entre las mujeres, por lo que se podría esperar diferencias por sexo; pero las encuestas nos informan de que las mujeres muestran en promedio un menor interés por la ciencia; de modo que no podemos anticipar una diferencia por sexo. Dado el estrecho rango de edades, no esperamos encontrar diferencias por edad —que no sean atribuibles a la diferencia de estudios—; esperamos una obvia diferencia por nivel de estudios. Por fin, la literatura demuestra que las clases más altas transmiten a sus vástagos en casa más *capital cultural*, por lo que esperamos diferencias por clase social.

Resultados: Qué influye en el nivel de conocimientos

Los estudiantes que dicen tener más cultura científica en la pregunta P.13. del cuestionario, son efectivamente quienes responden mejor a la batería de *Oxford*: en los análisis de Tablas de contingencia Gamma (-0,253) es significativa (0,000), aunque no mucho, dada la fuerza de la relación. R de Pearson da un resultado semejante. También responden mejor a la batería *Conocimiento* (Gamma -0,254, sig. 0,000).

¿Es la cultura científica de estos estudiantes más *masculina*? Las encuestas de cultura científica como la EPSCYT de la FECYT muestran consistentemente que las mujeres tienen en general *menor interés* por la cultura científica y una *menor confianza* en la ciencia. Pero esa es su opinión, no es su conocimiento. En la muestra tenemos poblaciones diferentes, estudiantes de Educación Primaria e Infantil y del Máster de Secundaria —una población compuesta por graduados de mayor edad—. Cuando excluimos a los del Máster, la Fi y la V de Cramer no son significativas (con *Oxoniense*, Fi = 0,134, sig. 0,215; con *Conocedor*, Fi = 0,204, sig. 0,139): El sexo no influye en el nivel de conocimientos científicos, lo que puede influir son la edad y la titulación, o ambas. El efecto de la edad puede enmascarar el efecto de la titulación —debido a los estudiantes del Máster—. El efecto desaparece al excluir a estos pocos estudiantes (con *Oxoniense*¸ Spearman se queda en 0,027, sig. 0,555, y con *Conocedor* en 0,066, sig. 0,164), pero esto hace disminuir el rango de edades. No podemos descartar que la edad influya —por la experiencia— pero es difícil de distinguir aquí del efecto de la titulación. En las encuestas generales responden mejor aquellos entre 25 y 44 años, incluso hasta 54.

¿Cuál es la relación, pues, de la titulación de los estudiantes con su conocimiento científico? Para estudiarla utilizamos la variable *Estudios previos* (D7estudios). Encontramos relación entre ésta y *Oxoniense* (Gamma, 0,463, sig. 0,000; Spearman, 0,286, sig. 0,000); por otro lado, entre *Conocedor* y *Estudios previos* (Gamma, 0,463, sig. 0,000; Spearman, 0,286, sig. 0,000). En resumen, la cultura científica se relaciona con los estudios previos; pero esto es obvio.

Por último, estudiamos la relación entre cultura científica e *Ingresos familiares* (D9clase), como *proxy* de *clase social*; aquí distinguimos entre quienes viven con sus padres o dependen de ellos, o no. No hay relación: separamos a los estudiantes independientes excluyendo a quienes a la pregunta *Residencia hasta entrada en la universidad* responden "Vivo independientemente desde hace un tiempo". La cultura científica medida por *Oxoniense* no tiene relación con los *Ingresos* (Gamma, 0,040, sig. 0,371; Spearman, 0,042, sig. 0,360), pero *Conocedor* muestra la relación esperada, aunque débil (Gamma, 0,099, sig. 0,012 y Spearman, 0,116, sig. 0,012). A mayor renta, mayor conocimiento científico, aunque la relación no sea fuerte.

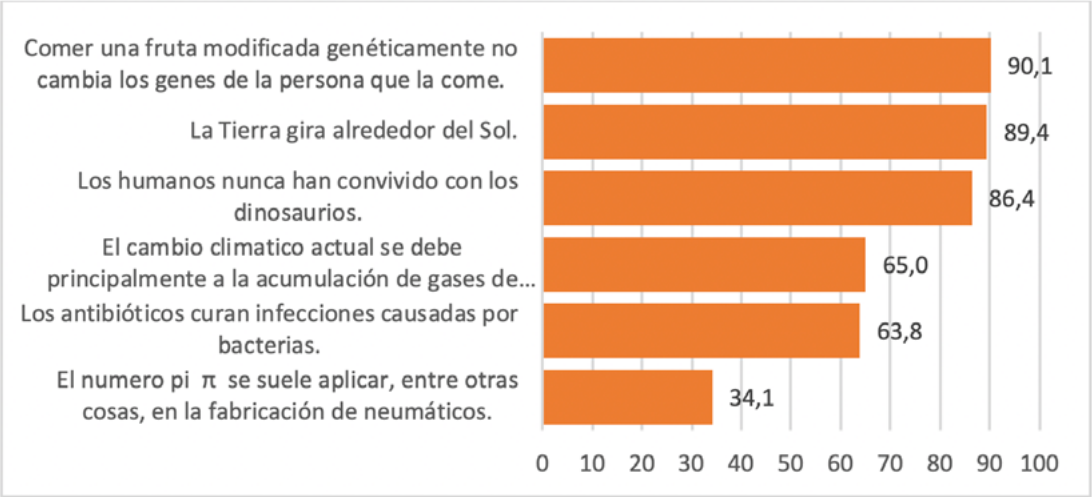


Figura 3.– Alfabetización científica de acuerdo con EPSCYT.
Submuestra, entre 18 y 23 años.

La última encuesta EPSCYT (FECYT, 2019; 2018) encuentra resultados parecidos entre toda la población. Pero una comparación afinada exige que usemos sus microdatos, y nos centremos en preguntas idénticas y en los mismos grupos de edad: entre 18 y 23 años (un 92,5% en SCIxSOC). La moda está en 20 (19 y 20 tienen una frecuencia casi igual y representan un 56,5% en SCIxSOC). En EPSCYT la submuestra de entre 18 y 23 años tiene 514 respondentes. Su media es de 20,45 años.

Preparamos una variable, "Alfabetización científica, Oxford", la suma de las respuestas correctas de la batería P.24; a su vez, en SCIxSOC preparamos una variable con la suma de las mismas preguntas (P.14.1, P.14.2, y P.14.5, P.14.6, P.14.7 y P.14.8, "Cuestionario de Oxford de la EPSCYT2018"). Los estudiantes de SCIxSOC no responden mejor ni peor a esta batería que la población general de su edad (Figura 4).

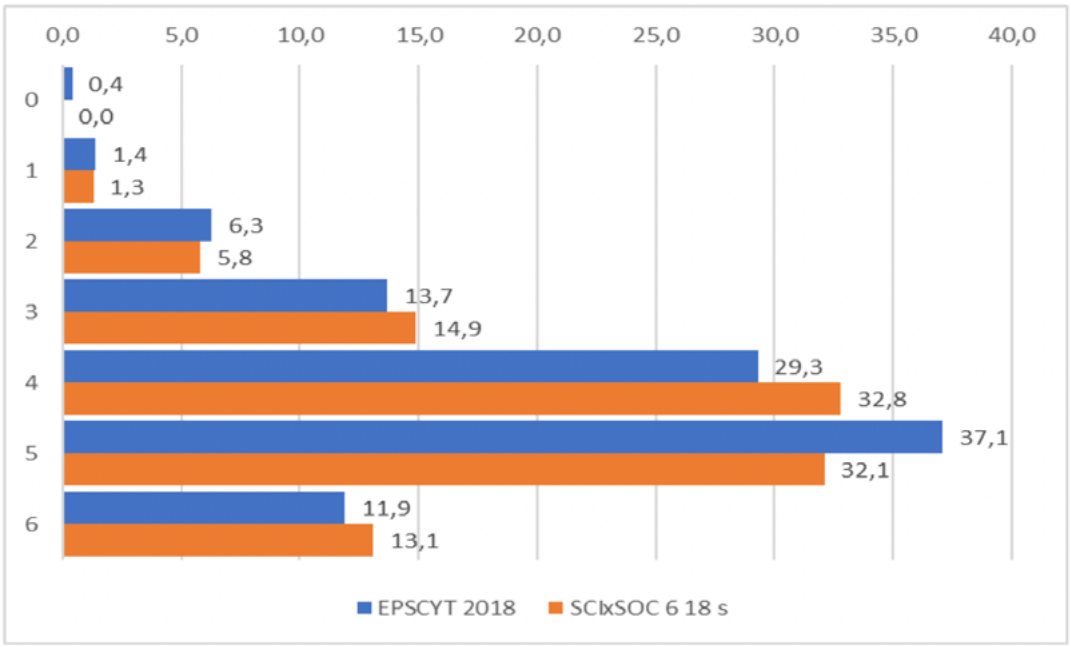


Figura 4.– Suma de respuestas a la batería de conocimientos científicos en EPSCYT 2018 (entre 18 y 23 años) y a la SCIxSOC, a preguntas iguales.
% de respuestas válidas.

Si el "*aprobado*" está en 3 respuestas, ambas encuestas tienen parecida proporción de *suspensos* (un 7,1% SCIxSOC y un 8,1% EPSCYT). Sólo un 11,9% responde todas las preguntas en EPSCYT frente a un 13,1% en la otra encuesta. La media de aciertos es casi igual en estas variables, 4,28 en SCIxSOC y 4,29 en EPSCYT. Por último, no encontramos relación entre el conocimiento y la renta familiar: en este grupo de edad no vemos diferencia de capital cultural por clase social (Gamma, 0,048, sig., 0,395, Spearman, 0,047, sig., 0,394).

CONCLUSIONES

La alfabetización científica del profesorado en formación no se distingue de la de la población de sus cohortes, a pesar de tener unos estudios ligeramente por encima; quizá se debe a que esos estudios son tradicionalmente considerados "de letras". No hay diferencia por sexo en las respuestas cuando controlamos por edad o, mejor, por titulación. La edad tampoco influye, ni siquiera cuando controlamos por estudios. El nivel de estudios es la variable relevante, pero eso es obvio. Por otro lado, la renta familiar produce diferencias en la cultura científica, como esperábamos, pero son escasas.

La razón para esperar que los estudiantes de magisterio tengan más cultura científica que su grupo de edad era que debería darse diferencia en quien comienza una carrera universitaria. Sin embargo, no lo vemos, al menos en esta muestra: los estudiantes de Educación Infantil y Primaria tienen la misma cultura científica que su grupo de edad, y esto puede ser un problema entre aquellos llamados a formar a las generaciones siguientes. La explicación es antes, como hemos visto, su extracción social que su sexo, pese a las conocidas diferencias de resultados o motivación; no se debe a que Educación sea una carrera típicamente "femenina". Puede deberse, pero esto debería comprobarse en un trabajo posterior, a que proyección social de la carrera de Maestro —en educación primaria e infantil, pero también en secundaria— es escasa, muy por debajo de las expectativas de aquellas clases medias que sí tienen ese capital cultural —como muestran las bajas notas de corte de estos estudios—. Quizá la selección a lo largo de su formación y las barreras de entrada distinguirán por su cultura a los futuros maestros. Y no obstante, normativamente, deberíamos poder esperar que su cultura científica fuera la máxima de su nivel de estudios.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo es resultado del Proyecto **Identificación de Contextos Científicos en la Sociedad. Herramientas para Docentes y Ciudadanos. SCIxSOC** (RTI2018-094303-A-I00) del Ministerio de Economía y Competitividad (Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, Plan Estatal 2018 de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, 2019-21).

REFERENCIAS

Allum, N., Sturgis, P., Tabourazi, D., y Brunton-Smith, I. (2008). Science knowledge and attitudes across cultures. *Public Understanding of Science* 17: 35-54.

Cortassa, C. (2016). In science communication, why does the idea of a public deficit always return? *Public Understanding of Science* 25(4), 447-59.

Davis, R (1958). *The Public Impact of Science in the Mass Media*. Ann Arbor, MI: University of Michigan, Survey Research Center.

Evans, G., y Durant, J. (1995). The Relationship between Knowledge and Attitudes in the Public Understanding of Science in Britain. *Public Understanding of Science* 4:57–74.

Durant, J.R., Evans, G.A., y Thomas. G.P. (1989). The public understanding of science. *Nature*, 340(6228): 11-14.

FECYT. 2017. *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2016*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

FECYT. (2018). *IX EPSCYT 2018. Informe de resultados*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

FECYT. (2019). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2018*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Hardin, R. (2002). If it rained knowledge. Philosophy of the Social Sciences 33(1): 3–24.

Hilgartner, S. (1990). The dominant view of popularization. *Social Studies of Science* 20(3), 519–39.

Michael, M. (1992). Lay discourses of science: Science-in-general, science-in-particular, and self. *Science, Technology, & Human Values* 17(3), 313-33.

Roduta Roberts, M.R., Reid, G., Schroeder, M., y Norris, S.P. (2013). Causal or spurious? The relationship of knowledge and attitudes to trust in science and technology. *Public Understanding of Science* 22(5), 624-41.

Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Sturgis, P., y Allum, N. (2004). Science in society: Re-evaluating the deficit model of public attitudes. *Public Understanding of Science* 13(1) 55-74.

Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. En *The Handbook of Science and Technology*, comp. S. Jasanoff, G. E. Markle, J.C. Petersen, y T. Pinch, pp. 361-89. Thousand Oaks, CA: SAGE.

Wynne, B. (2001). Creating public alienation: Expert discourses of risk and ethics on GMOs. *Science as Culture* 10(4): 445–81.

P.55 Estrategias educativas para acercar la producción científica a la escuela. El diseño de talleres del MNCN-CSIC

Pilar López García-Gallo, Luis Barrera Picón, Alfonso Nombela

Museo Nacional Ciencias Naturales MNCN-CSIC
pilarg@mncn.csic.es

RESUMEN

Los museos y centros de ciencia son en la actualidad los lugares por excelencia dedicados a promocionar la educación científica y la divulgación de la ciencia entre los diferentes segmentos de la sociedad, especialmente desde el ámbito del aprendizaje no formal. En este trabajo se muestra el caso concreto del Museo Nacional de Ciencias Naturales, una institución con más de dos siglos de historia que pertenece actualmente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC) donde a través de la colaboración entre miembros del equipo de Cultura Científica, Conservadores de las Colecciones y personal investigador del museo, se desarrolla un programa educativo riguroso en el que se muestra la producción de los científicos del museo directamente a los escolares a través del diseño de diferentes talleres educativos.

Palabras clave: museo; educación; patrimonio; ciencia y sociedad.

INTRODUCCIÓN

Los museos y centros de ciencia son en la actualidad los lugares por excelencia dedicados a promocionar la educación científica y la divulgación de la ciencia entre los diferentes segmentos de la sociedad, especialmente desde el ámbito del aprendizaje no formal. En pleno Renacimiento a mediados del siglo XVI surgen en Europa los Gabinetes de Curiosidades como germen de los museos actuales, aunque es a finales del siglo XVIII cando aparecen progresivamente en Europa algunos de los museos de objetos más importantes como el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN) (1771), Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (1793), Natural History Museum de Londres (1881) o el Deutsches Museum de Múnich (1903).

Estos museos de objetos se irán transformando hacia un modelo en la que además de los objetos, se muestren las ideas y los procedimientos, hasta llegar a provocar la experimentación de sus visitantes. Es en esta última idea donde se sustentan conceptualmente los centros de ciencia "science center" lugares donde la interacción es la clave de su funcionamiento. Durante los últimos 30 años se han desarrollado mucho este tipo de instituciones en el ámbito de la museología científica. El primero de ellos en España fue el Museo de la Ciencia de Barcelona en 1981 cuyo modelo se había inspirado en el Exploratorium de San Francisco (Castellanos, 2008).

Estos centros cumplen un importante papel en la actualidad al ser los espacios donde los ciudadanos, especialmente el colectivo docente, tienen un contacto más directo con el ámbito de la ciencia, sus actores y sus producciones. Parece que este proceso de conectar la docencia que se imparte en las clases con la ciencia que necesitaría conocer el ciudadano de hoy no es sencillo de afrontar. Desde el ámbito de la investigación educativa sí se han realizado la identificación de la ciencia existente en la sociedad y su relación con la formación del profesorado (Ezquerra, Mafokozi, Gómez-Campillejo, Benéitez y Morcillo, 2019).

Por otro lado, en la investigación entre la relación museos y escuelas algunos autores afirman que ha cambiado considerablemente el papel de estos en la enseñanza. "Mientras que antes las visitas a los museos se veían como una excursión de fin de curso y representaban una oportunidad de relax para el profesor, actualmente el museo se considera un recurso importante de aprendizaje, un medio auxiliar para la enseñanza y un medio para mantener una relación duradera entre la escuela y sus alrededores. De acuerdo con esto, los trabajos más recientes realizados en el ámbito de la educación en los museos para centros escolares se ha distinguido por un aumento de la puesta en práctica de un aprendizaje paralelo al plan de estudios, combinado con otras disciplinas e interdisciplinario" (Sekules y Xanthoudaki, 2003).

En el caso concreto del Museo Nacional de Ciencias Naturales, una institución con más de dos siglos de historia que pertenece actualmente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC), fue en 1990 cuando se creó el departamento de Programas Públicos, actualmente denominado Cultura Científica. Este departamento asumía las labores de carácter pedagógico de la institución con el objetivo de organizar, sobre todo, la visita de los escolares y ofrecer recursos educativos al personal docente que acudía al museo. Enseguida se comenzaron a desarrollar visitas guiadas y más adelante se pusieron en marcha progresivamente distintas propuestas de actividades y talleres. También se han adaptado actividades y proyectos al público con características especiales teniendo en cuenta criterios de accesibilidad e inclusión. En la actualidad se están desarrollando proyectos patrocinados por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (López García-Gallo, 2017).

Cada año el público que visita el Museo, participa en más de 2.000 actividades organizadas en el contexto del programa para el público individual con unos 13.000 participantes anuales y para el público organizado en grupos, fundamentalmente escolares, que suman una media de 80.000 participantes anuales.

En este trabajo se propone desarrollar los siguientes objetivos:

- Describir la estrategia educativa que permitió poner en marcha el programa pedagógico del Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Establecer la estructura básica seguida en el desarrollo de un taller en el que se muestran las fases de un proyecto de investigación.
- Valorar expectativas y retos de futuro para seguir avanzando en la búsqueda de nuevas estrategias que acerquen la investigación al alumnado.

DISEÑO DE LA ESTRATEGIA EDUCATIVA DEL MUSEO

Desde el departamento de Programas Públicos del museo a lo largo de estos casi 30 años de experiencia y trabajo, se han diseñado y producido cientos de actividades siguiendo un formato de taller. "Los talleres de las exposiciones permanentes han de estar relacionados con el contenido del museo y, además de desarrollar la capacidad creativa, pueden ofrecer una lectura de la historia y de los objetos sin caer en el cansancio y en el aburrimiento. De hecho, cuando se les ofrece la posibilidad de realizar este tipo de actividades, los alumnos, por ejemplo, encuentran atrayente el museo y consolidan los nuevos conceptos teóricos adquiridos durante la visita". "Los talleres-laboratorio les permiten investigar procesos y reacciones, sobre todo en los museos de la Ciencia y de la Técnica, que les resultaría difícil de comprender con la simple contemplación de los objetos expuestos. Al mismo tiempo, ofrecen la posibilidad de manipular objetos y materiales que, por su uso poco corriente, difícilmente se podrían conseguir fuera del museo" (Hernández, 1994).

Los talleres producidos desde el MNCN siempre se han planteado como complemento de la visita a las exposiciones, tanto permanentes como temporales, y para realizar este tipo de actividades se han ido acondicionando espacios especialmente para ese fin. Algunos de estos talleres, especialmente los destinados al alumnado de educación infantil y primero y segundo de educación primaria se desarrollan en la propia sala de exposiciones delimitando con antelación el espacio donde se van a realizar. A partir de 1997 se comenzaron a realizar específicamente programas de talleres de forma monográfica, diseñados de manera complementaria a la temática de las exposiciones temporales. Estas actividades se consideraban en algunas ocasiones como si fueran módulos de las propias exposiciones con diseño escenográfico propio. "Los talleres pedagógicos de los museos juegan un papel que permite al alumno reflexionar y profundizar en sus conocimientos" (Paillardon, 1996).

En estas actividades se cuenta con la referencia de los ejemplares procedentes de las colecciones científicas del museo que actualmente están integradas por más de 10 millones de ejemplares. Además, estos talleres se aproximan, en la medida de lo posible, a algunos de los proyectos de investigación desarrollados por científicos del museo, quienes proporcionan en muchas ocasiones materiales auxiliares necesarios para realizar las experiencias de observación e indagación del alumnado (López García-Gallo y Ramírez, 2001).

ESTRUCTURA BÁSICA DE UN TALLER

A partir del curso 1991/1992 se comenzaron a desarrollar en el MNCN este tipo de actividades con una propuesta metodológica común basada en propiciar la actividad y participación de los alumnos. Estas actividades han sido diseñadas desde el punto de vista metodológico según los criterios que se siguen en el aprendizaje por descubrimiento dirigid; los alumnos, conducidos por un educador del museo que ejerce las funciones de mediador en el proceso, desarrollan distintas tareas encaminadas a la adquisición de conceptos relativos al área de ciencias de la naturaleza, procedimientos acordes con el método científico y actitudes coherentes con el medio ambiente. Durante estas experiencias los participantes se aproximan, a la realidad del trabajo científico, teniendo como referente los procesos que desarrollan los científicos del museo y los ejemplares de las colecciones, todo ellos adaptado al nivel educativo de los alumnos.

Para diseñar un taller en el que se proyecta divulgar el objeto, métodos y resultados de un proyecto de investigación haciendo partícipes a los alumnos sobre la manera en la que trabajan los investigadores del museo, es necesario seguir un protocolo de actuación. A continuación, se describen las fases en las que se colabora estrechamente entre el equipo de investigación que realiza el proyecto y los miembros del departamento que realizan las actividades educativas del museo, dentro de la Vicedirección de Cultura Científica.

En este proceso se parte de la selección del tema para ir poco a poco diseñando las actividades y la secuencia en la que se desarrollarán, los materiales de consulta, los de toma de datos y los dosieres informativos para todos los miembros del equipo. Finalmente, el taller será testado por uno o dos grupos escolares y se incorpora al programa educativo del museo.

Toda esta labor se realiza en colaboración con el investigador responsable del proyecto y se accede a la información y a los lugares donde se realiza la investigación. De esta forma se consigue preparar una actividad en la que los participantes pueden seguir, de alguna manera, los minuciosos procesos que realizan los científicos durante su investigación. En algunas ocasiones también se complementan los recursos con modelos, maquetas o ejemplares de las colecciones del museo.

Figura 1. Esquema que muestra las fases que se siguen en el MNCN-CSIC en el diseño de un taller en colaboración con el personal investigador

EXPECTATIVAS Y RETOS DE FUTURO

A través de la búsqueda constante de estrategias educativas que posibiliten el acercamiento de la investigación científica a los escolares se puede hacer de los museos de ciencias naturales lugares de referencia imprescindibles para el fomento de vocaciones científicas. El acceso a una gran variedad de recursos permite diseñar talleres educativos en los que se muestran los proyectos que realizan los investigadores.

Además de los talleres, en el MNCN se han puesto en marcha otras propuestas novedosas como las visitas dinamizadas, el Congreso científico para escolares o la Noche del museo. Para diseñar estas actividades siempre se tiene en cuenta la opinión de los profesores y son el resultado de más de 30 años de experiencia del equipo educativo del museo.

Será necesario seguir colaborando con los investigadores del museo, incluso participar desde el momento en el que se solicita el proyecto de investigación para diseñar ya desde esa fase, la estrategia de difusión de los resultados de la forma más conveniente entre el sector educativo.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros del equipo de Cultura Científica del MNCN, a los Conservadores de las Colecciones y al personal investigador del museo y de otros centros del CSIC. Todos juntos posibilitan el desarrollo de un programa educativo riguroso en el que se muestra la producción de los científicos del museo directamente a los escolares a través de diferentes talleres y actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castellanos, P. (2008). Los museos de ciencias y el consumo cultural: una Mirada desde la comunicación. Editorial UOC, Barcelona.

Ezquerra, A., Mafokozi, J., Gómez-Campillejo, A., Benéitez y Morcillo, J. G. (2019). Tendencias de las investigaciones sobre la ciencia presente en la sociedad: una revisión sistemática. Enseñanzas de las Ciencias, 37(3), 31-47.

Hernández, F. (1994). Manual de Museología. Síntesis, Madrid, pp. 69 y 70.

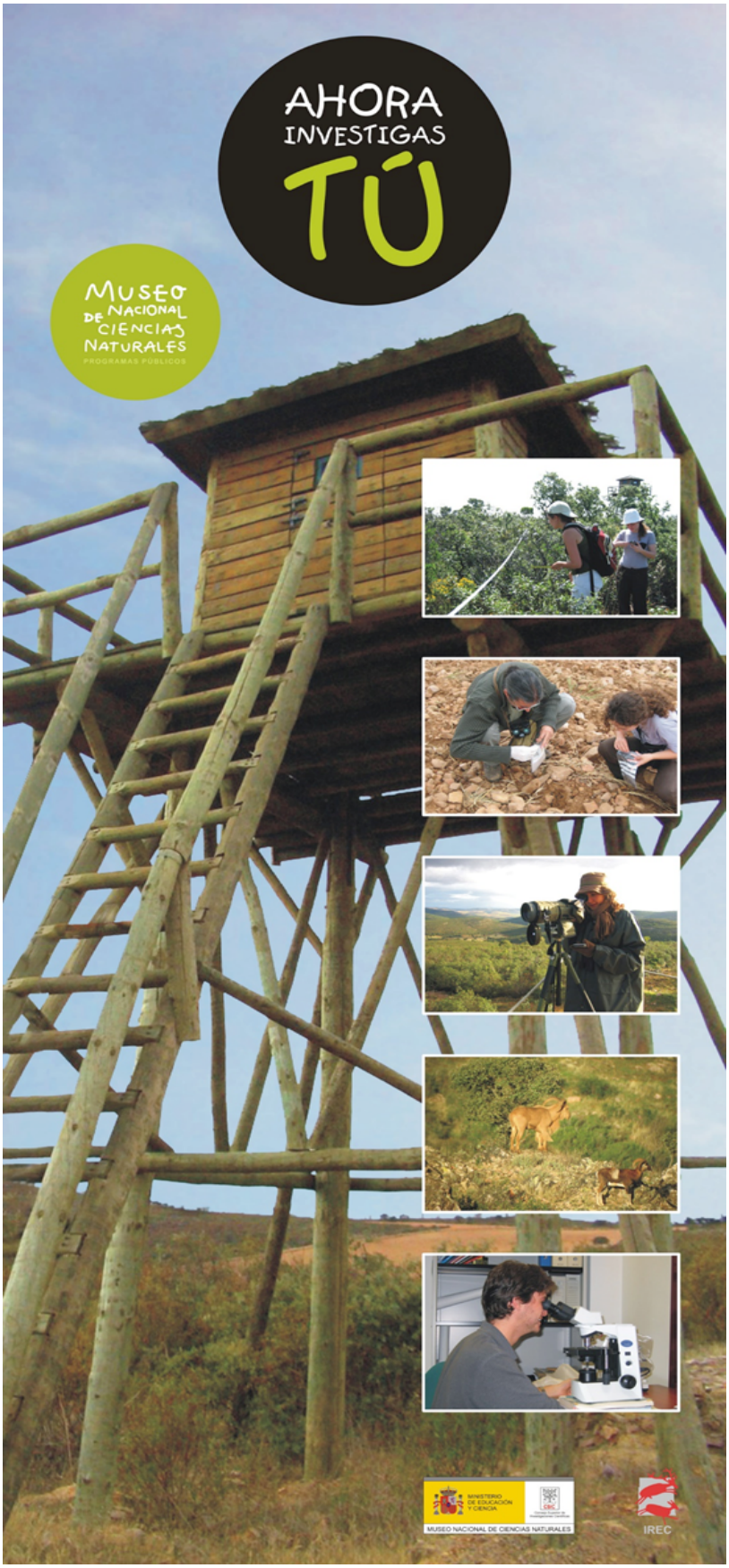
López García-Gallo, P. y Ramírez, D. (2001). Taller: ¿qué es un fósil? La Revista de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Volumen 9 nº 2, Gerona, 190-193.

López García-Gallo, P. (2017). La divulgación científica en el MNCN. El reto de innovar en un museo con más de dos siglos de historia. Revista de Didácticas Específicas, nº17, PP. 109-122 Didácticas Específicas, ISSN: 1989-5240 122

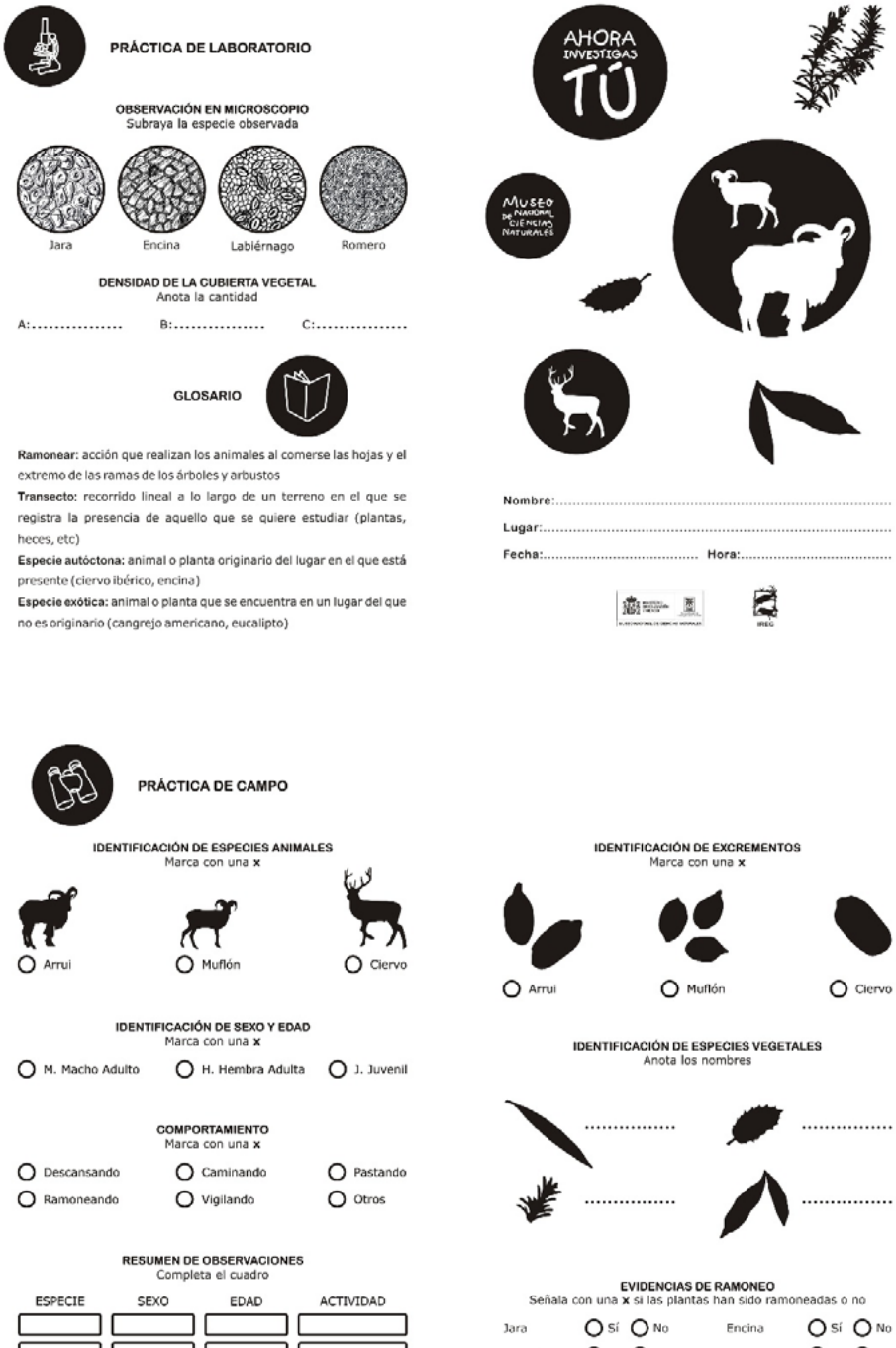
Pillardon, F. (1996). Océanopolis. A l´école de la mer, París. La Lettre de L´OCIM, nº 43, 1996, pp. 30-33, Paris.

Sekules, V. and M. Xanthoudaki (2003). The School, the Teacher and the Museum: Course book for teachers' training in using museums, European Commission. www.socrates-educart.org.

Anexo: Ejemplo de panel de consulta para la realización del taller



Anexo: Ejemplo de hoja de toma de datos del alumnado.



PRÁCTICA DE LABORATORIO

OBSERVACIÓN EN MICROSCOPIO
Subraya la especie observada

Jara Encina Labiérnago Romero

DENSIDAD DE LA CUBIERTA VEGETAL
Anota la cantidad

A:..... B:..... C:.....

GLOSARIO

Ramonear: acción que realizan los animales al comerse las hojas y el extremo de las ramas de los árboles y arbustos

Transecto: recorrido lineal a lo largo de un terreno en el que se registra la presencia de aquello que se quiere estudiar (plantas, heces, etc)

Especie autóctona: animal o planta originario del lugar en el que está presente (ciervo ibérico, encina)

Especie exótica: animal o planta que se encuentra en un lugar del que no es originario (cangrejo americano, eucalipto)

AHORA INVESTIGAS TÚ

MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Nombre:.....

Lugar:.....

Fecha:..... Hora:.....

PRÁCTICA DE CAMPO

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ANIMALES
Marca con una x

○ Arrui ○ Muflón ○ Ciervo

IDENTIFICACIÓN DE SEXO Y EDAD
Marca con una x

○ M. Macho Adulto ○ H. Hembra Adulta ○ J. Juvenil

COMPORTAMIENTO
Marca con una x

○ Descansando ○ Caminando ○ Pastando
○ Ramoneando ○ Vigilando ○ Otros

RESUMEN DE OBSERVACIONES
Completa el cuadro

ESPECIE	SEXO	EDAD	ACTIVIDAD

IDENTIFICACIÓN DE EXCREMENTOS
Marca con una x

○ Arrui ○ Muflón ○ Ciervo

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES
Anota los nombres

EVIDENCIAS DE RAMONEO
Señala con una x si las plantas han sido ramoneadas o no

Jara ○ Sí ○ No Encina ○ Sí ○ No
Labiérnago ○ Sí ○ No Romero ○ Sí ○ No

P.56 Pluviômetros na educação em redução de riscos de desastres: aprendizado integrado nas escolas brasileiras

Patricia Mie Matsuo[1], Rosana Louro Ferreira Silva[2]

[1]Doutoranda da Universidade de São Paulo, Brasil. [2]Departamento de Zoologia. Universidade de São Paulo, Brasil. pati.matsuo@gmail.com

RESUMO

Inundações e deslizamentos de terra fazem parte da realidade de milhões de brasileiros, incluindo estudantes de escolas localizadas em áreas de risco. O objetivo deste trabalho foi analisar as abordagens didáticas de educação em redução de riscos de desastres (ERRD) adotadas pelas escolas brasileiras, em especial nas atividades relacionada aos pluviômetros. Nossa análise nas iniciativas inscritas na Campanha #AprenderParaPrevenir identificou que os pluviômetros possibilitaram a adoção de diversas abordagens didáticas, integrada em sua maioria dentre as cinco dimensões expositiva, comunicativa, experiencial, investigativa e cidadã. A adoção de abordagens experienciais e investigativas possibilitou uma visão questionadora e atuação direta dos estudantes em seu território, ao mesmo tempo em que reforçam o potencial em tratar questões socioambientais complexas sob uma perspectiva local. Nossa proposta mandala está em fase de aprimoramento, mas se mostrou um instrumento flexível de análise integrada das abordagens didáticas.

Palavras-clave: educação em redução de riscos de desastres; campanha; abordagens didáticas; Brasil.

INTRODUÇÃO

O Brasil é vulnerável às mudanças climáticas atuais, especialmente quanto aos extremos climáticos. O verão de 2020 no país (Dezembro – Março) tem sido marcado por essas chuvas intensas, com grandes impactos das inundações, alagamentos e deslizamentos de terra para brasileiros do Sudeste, nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

A urgência em se tratar deste tema com a comunidade escolar no Brasil não se deve apenas às previsões de aumento de ocorrência de desastres por causa das mudanças climáticas, mas também pelo fato de existirem em todas as regiões do país, 8.2 milhões de brasileiros expostos às áreas de risco de inundações, enxurradas e movimentos de massa (IBGE & CEMADEN, 2018) e quase 2.500 escolas em áreas de risco hidrológico e/ou geológico (Marchezini, Muñoz & Trajber, 2018).

A educação em redução do risco de desastres (ERRD) é um processo de construção do entendimento da natureza e efeitos dos riscos e de que os desastres são provocados pela combinação das condições ambientais e das ações antrópicas. Ao mesmo tempo promove uma série de competências e habilidades que permita a sociedade contribuir de forma ativa na prevenção dos desastres (Selby & Kagawa, 2012, Petal, 2009).

A redução de riscos de desastres (RRD) é uma temática complexa, desafiadora e recente no país, com lacunas em vários campos de atuação, seja no ensino formal quanto na acadêmica, com uma produção ainda reduzida nas pesquisas de educação ambiental (Matsuo, Oliveira, Silva & Trajber, 2019).

Como converter essa agenda negativa - desastres socioambientais - cada vez mais presentes na realidade dos brasileiros em oportunidades de aprendizagem, pertencimento e ações de cidadania? Neste contexto é que esta pesquisa vem sendo desenvolvida para mapear e analisar os cenários de desenvolvimento de práticas educativas escolares sobre ERRD participantes de uma iniciativa nacional - a Campanha #AprenderParaPrevenir.

CAMPANHA #APRENDERPARAPREVENIR

A Campanha #AprenderParaPrevenir faz parte de uma estratégia de mobilização social e propõe um diálogo sobre a construção de conhecimentos e práticas voltadas para a cultura de percepção de riscos de desastres socioambientais e o enfrentamento das mudanças climática. Esta iniciativa é coordenada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), acontece anualmente desde 2016. Em suas quatro edições, contou com 309 participações de instituições de educação não-formal, defesas civis, universidades e principalmente de escolas da educação básica brasileira, compreendida por três etapas de ensino: a) Educação Infantil até 5 anos de idade; b) Ensino Fundamental (1º - 9º anos) a partir dos 6 anos e; c) o Ensino Médio (1º - 3º anos) a partir dos 15 anos[1].

A participação ocorreu por adesão voluntária por meio do envio de relatos e fotos e/ou vídeos, tendo como foco ações e projetos de ERRD. Todos os projetos inscritos foram compartilhados na página da campanha[2] e concorreram ao sorteio de pluviômetros semiautomáticos, estações meteorológicas e kits de publicações técnicas e pedagógicas relacionadas à RRD e doadas por uma rede de instituições de pesquisa. Além do sorteio, um comitê de pesquisadores/pesquisadoras e educadores/educadoras elegeu prêmios de mérito para as melhores práticas inspiradoras.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar as abordagens didáticas de educação em redução de risco de desastres adotadas pelas escolas brasileiras que participaram da Campanha #AprenderParaPrevenir, com

1 As idades são apenas uma referência base, pois no Brasil existe uma taxa de distorção idade-série, isto é, o percentual de alunos, em cada série, com idade superior à recomendada. (Brasil, 2020).

2 http://educacao.cemaden.gov.br/

ênfase na utilização dos pluviômetros[3]. A escolha pelos pluviômetros ocorreu por se constituírem de instrumentos que contribuem na gestão de riscos na comunidade, na criação de dados históricos, na percepção dos riscos associados e na formulação de medidas de proteção locais.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

O percurso metodológico foi realizado por meio de análise documental. Primeiro analisamos todos os 206 relatos inscritos (texto, fotos e ou vídeo) nas três primeiras edições da Campanha#AprenderParaPrevenir (2016-2018) e selecionamos para este trabalho apenas as iniciativas que trabalharam com pluviômetros.

Com o referencial teórico da análise de conteúdo, analisamos essas iniciativas escolares que agregaram o pluviômetro, sob a perspectiva de cinco dimensões das abordagens didáticas adotadas: i) expositiva: possui características demonstrativas e unilaterais; ii) comunicativa: proporciona o desenvolvimento da comunicação escrita, visual, corporal e artística; iii) experiencial: proporciona contato direto com elementos do espaço e vivências em situações práticas; iv) investigativa: promove contato com etapas de pesquisa, questionamento, monitoramento e interpretação; e v) cidadã: promove a participação social, coletividade.

RESULTADOS

Os pluviômetros foram utilizados como estratégia educativa em 30 iniciativas de escolas do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Identificamos a adoção de todas as cinco dimensões de abordagens didáticas, como descreveremos na primeira parte desta seção. No final, apresentaremos uma iniciativa analisada sob a perspectiva integrada por meio da mandada de ERRD.

Pluviômetros como recurso para despertar o interesse na temática de riscos e desastres

O pluviômetro foi adotado em algumas situações escolares com características expositivas e de comunicação unilateral. Esse instrumento de medição da chuva foi empregado como recurso didático para apresentar o tema ou alguns conceitos básicos relacionados à pluviosidade, para demonstração de como se construir esse equipamento, ou até mesmo antes da prática em si de confecção de pluviômetro.

Práticas com cunho comunicativo utilizaram o pluviômetro como fonte de produções artísticas, como desenhos e cartazes e na produção textual de registros diários e relatórios.

Processo de construção dos pluviômetros

A confecção de pluviômetros artesanais com garrafas de plástico (PET) foi uma das atividades mais desenvolvidas, tanto pela ação prática, facilidade de obtenção de materiais, ter um sistema simples, como pelo baixo custo para sua instalação e monitoramento.

Pudemos observar as várias adaptações e estratégias realizadas para obtenção de um registro mais preciso: i) na leitura, com uso de água colorida, régua ou adesivo colado na área externa; ii) no nivelamento da base da garrafa PET, com pedras, durepox, cimento e bolinha de gude; iii) em medidas para evitar a proliferação de insetos (vetores de doenças como a dengue) na água armazenada no pluviômetro com uso de tela (Figura 1).

3 Instrumento meteorológico utilizado para recolher e medir a quantidade de chuvas.

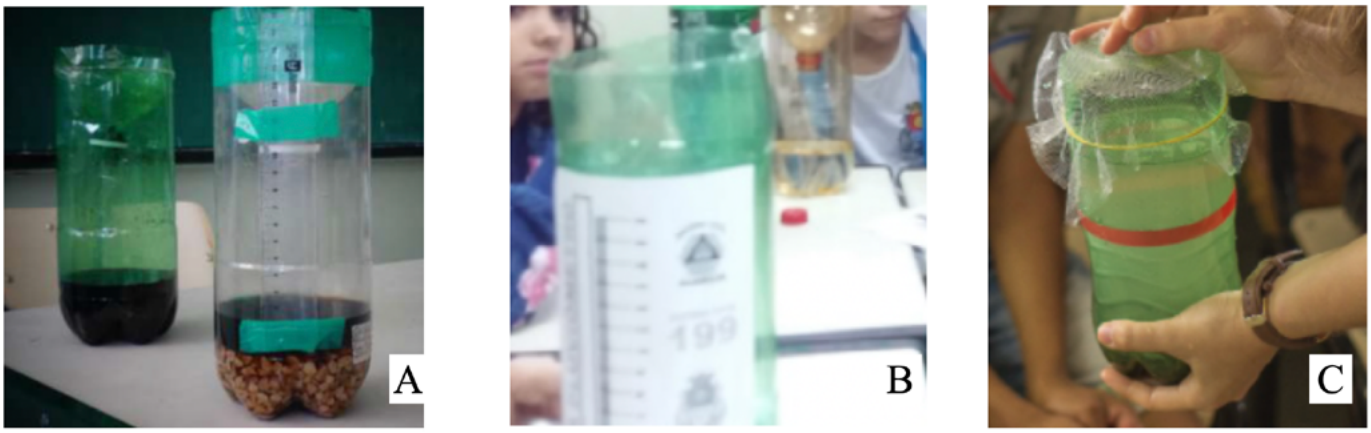


Figura 1. Detalhes das adaptações na confecção de pluviômetros artesanais com garrafa PET. A: Pluviômetro com régua e nivelação da base com uso de pedras. B: Pluviômetro com adesivo da escala em milímetros e número de telefone da Defesa Civil. C: Uso de tela para evitar a proliferação de insetos na água armazenada no pluviômetro. Fonte: dados de pesquisa. (Escola 31), (Escola 144) e (Escola 151).

Trajber, Pimentel, Luz, Matsuo, Olivato & Saito (2017) relatam a experiência de uma escola durante o processo de confecção de pluviômetros artesanais. Os/as estudantes realizaram vários testes, desde o uso de diferentes tipos de garrafas PET; materiais para a nivelação como solo e cimento; e modos de fixação do pluviômetro para facilitar a leitura.

Todas essas adaptações fizeram parte de um processo de teste, observação e comparação dos resultados observados e estão intimamente ligados ao processo de pesquisa desenvolvido na abordagem didática Investigativa.

Participação dos/das estudantes no monitoramento das chuvas

O monitoramento dos **parâmetros físicos ligados à meteorologia, principalmente o pluviométrico** foi uma das práticas mais desenvolvidas pelas comunidades escolares como parte de uma abordagem investigativa.

A forma de participação dos/das estudantes nas ações de monitoramento foi diversificada, encontramos algumas atuações restritas à coleta de dados, como pode ser observado neste projeto de extensão com estudantes de 3º, 4º e 5º anos uma escola do Ensino Fundamental do estado de São Paulo:

> *Os alunos da faculdade confeccionaram e instalaram os pluviômetros nas escolas. Os alunos [...] distribuindo as salas por escalas, fazem a leitura diária da precipitação e anotam em uma planilha fornecida pela faculdade. Em visitas semanais os alunos da faculdade conferem as medidas e alimentam o site do projeto que geram gráficos e comparações georeferenciadas* (Escola 154).

Em uma classificação do uso de conhecimento local no monitoramento ambiental proposto por Giordano, Preziosi & Romano (2013), esse tipo de participação é considerado como 'monitoramento voluntário', quando estudantes contribuem apenas em coletar informações úteis para um grupo de pesquisadores/pesquisadoras.

No relato não é descrito de que forma os/as estudantes da escola são envolvidos nas fases de interpretação dos dados que estes coletaram mensalmente nem nas análises comparativas de quais regiões chovem mais ou menos no município. Apesar de trazer esta temática para as ações escolares, atividades como esta necessitariam ser revisitadas para se buscar um papel mais ativo dos/das estudantes, que não seja uma mera medição milimétrica da chuva e que o monitoramento avance para outros níveis.

Em outros relatos encontramos níveis de participação dos/das estudantes com maior envolvimento em outras fases do monitoramento, desde a confecção do equipamento de monitoramento; definição do local para ins-

talação, coleta das informações; organização dos dados, interpretação e análise dos dados e comparação com dados de outros equipamentos instalados na mesma região.

Essa forma de participação já é considerada por Giordano, Preziosi & Romano (2013), como 'monitoramento comunitário', no qual os/as estudantes não estão envolvidos/envolvidas apenas na coleta de informação, mas também na análise e na interpretação de dados. Esta perspectiva parte da premissa de que as comunidades locais estão em melhor posição para observar recursos ambientais, avaliar seu estado em nível local e detectar mudanças.

Já o 'monitoramento colaborativo' agrega contribuições de vários atores de uma determinada região, em um processo contínuo de coleta e análise de dados para apoiar a tomada de decisões (Giordano, Preziosi & Romano, 2013). Identificamos essas características no projeto de pesquisa que envolveu jovens estudantes de uma escola do Ensino Médio e três núcleos comunitários no estado de São Paulo para construir uma rede de pluviômetros artesanais visando o mapeamento e a gestão de riscos em diferentes bacias hidrográficas, com adoção de métodos participativos que integraram técnicas de geoprocessamento, cartografia social e ciência cidadã (Escola 153).

Outra iniciativa de estudantes de uma escola de Ensino Médio do estado do Acre no Norte do Brasil apresentou algumas características iniciais do 'monitoramento colaborativo'. Apesar de não ficar claro se os dados serviriam de base para alguma decisão conjunta, trazem a inovação de uso das redes sociais. A proposta dos/das jovens é de utilizar o aplicativo de comunicação - *WhatsApp*, para formar um grupo de monitoramento dos pluviômetros com troca de dados coletados com a comunidade interna e externa da escola (Escola 62).

O uso das redes sociais (*Facebook*, *Instagram*, *Twitter*, *YouTube* e *WhatsApp*) como no exemplo citado anteriormente, tem sido largamente recomendado como meio de comunicação de desastres, tanto pelo baixo custo, rapidez, quanto pela possibilidade de alcançar novos públicos (Fraustino & Ma, 2015).

Associar a juventude com as redes sociais para a criação de medidas de monitoramento em suas comunidades pode ser uma grande oportunidade para a construção desses novos conhecimentos, assim como aumentar o interesse e envolvimento desses/dessas estudantes.

Pluviômetros na construção de conhecimentos

Algumas escolas apresentaram propostas de compartilhamento dos dados do monitoramento dos pluviômetros artesanais ou semiautomáticos instalados na escola. A primeira proposta é a integração dessa base de informações dos pluviômetros na criação de sistemas de alerta de risco de desastres para suas comunidades:

> *[...] desenvolver um sistema de alerta com um mecanismo para registrar dados a partir do pluviômetro e relacioná-los com as condições anteriores em que ocorreram os desastres, emitindo um alerta às populações das áreas vulneráveis* (Escola 52).

> *[...] desenvolver um aplicativo via celular, para alertar a comunidade local com o pluviômetro da escola; selecionar um grupo de alunos para criar o aplicativo e monitorar as áreas de riscos; desenvolver um aplicativo sonoro na escola para alertar a comunidade em parceria com a escola da família* (Escola 109).

As parcerias com o corpo docente das próprias escolas (como das disciplinas eletivas) ou de universidades parceiras (como os Institutos Federais) interessadas em ações colaborativas na área de informática/robótica são fundamentais para possibilitar a efetivação dessas propostas de integração dos dados de monitoramento em um sistema de alerta comunitário.

A segunda proposta de integração seria por meio do compartilhamento dos dados do monitoramento dos pluviômetros coletados pelas escolas com instituições como as Defesas Civis, que fazem parte do Sistema de Proteção e Defesa Civil ou instituições de pesquisa como as universidades que mantêm um registro histórico de chuvas e das ocorrências de eventos climáticas. Entretanto, de todas as 30 iniciativas que relataram a con-

fecção e/ou monitoramento dos pluviômetros, apenas duas delas mencionaram o compartilhamento desses dados com essas instituições.

Essa informação ressalta a grande lacuna presente entre a confecção de equipamentos meteorológicos e o compartilhamento dos dados coletados em uma rede de monitoramento da chuva, seja de um bairro, bacia hidrográfica ou município. Agregar esse tipo de dados nos sistemas de monitoramento locais poderia não apenas enriquecer e validar a escola como componente chave na construção desses conhecimentos, mas também como parte do processo de gestão dos riscos de desastres de sua comunidade.

Essa nova relação com a construção do conhecimento se apresenta como uma nova forma de fazer ciência, que não reconhece somente os conhecimentos técnicos, científicos, mas também os saberes escolares. Numa perspectiva que avance para a quebra do paradigma cartesiano que modelou a ciência moderna e que considera que a escola não pode ser concebida apenas como um espaço que reproduz uma cultura, mas um ambiente que entenda que o conhecimento é produzido a partir do próprio sujeito imerso em uma cultura local (Guimarães, Soares, Carvalho & Barreto, 2009).

Essa quebra de paradigma da ciência 'tradicional' encontra bases em metodologias participativas como a ciência cidadã, compreendida como uma ação colaborativa na construção dos conhecimentos. Santos (2007, p.7) a define como uma "ciência para as pessoas que se propõe fertilizar o saber científico com outros saberes, de modo a proporcionar um encontro entre o conhecimento codificado e sistematizado das ciências e os saberes organizados pela cultura".

A ciência cidadã por meio das atividades de pesquisas escolares combinadas com o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação podem criar novas oportunidades para conectar as pessoas ao tema de RRD (Marchezini, Horita, Matsuo, Trajber, Trejo-Rangel & Olivato, 2018; Trajber & Olivato, 2017).

Mandala das abordagens didáticas de educação em redução de risco de desastres

Identificamos que algumas modalidades didáticas poderiam apresentar características de mais de uma abordagem segundo a descrição fornecida nos relatos. Assim, buscamos uma representação que não fosse rígida e que apresentasse uma relativa flexibilidade, com possíveis sobreposições e que permitisse classificar as modalidades e recursos didáticos em mais de uma abordagem. Dessa forma, optamos criar um diagrama em formato de mandala.

Selecionamos a iniciativa de uma escola do Ensino Médio localizada no estado do Acre, na região Amazônica, nessa análise integral com o uso da mandala. A escola desenvolveu o Projeto 'Chove Chuva Sem Parar…. Os Pluviômetros Vou Usar…' com o objetivo de usar o pluviômetro artesanal para ajudar a alertar a comunidade antes que acontecesse um desastre.

Todo o projeto foi desenvolvido em relação ao uso do pluviômetro e pudemos identificar atividades de natureza mais Expositiva até aquelas voltadas para a Cidadania (Figura 2).

Figura 2. Análise das abordagens didáticas adotadas no Projeto 'Chove Chuva Sem Parar.... Os Pluviômetros Vou Usar...' com uso da mandala.

Este foi nosso primeiro exercício de uso da mandala como recurso para uma análise mais abrangente de todas as iniciativas inscritas na Campanha. Mostrando assim o pluviômetro pode ser um eixo central e integrar todas as abordagens didáticas. O diagrama das modalidades didáticas em formato de mandala está em fase de aprimoramento mas se mostrou um instrumento de análise flexível para as ações realizadas, permitindo sobreposições e classificação das atividades em mais de uma modalidade.

CONSIDERAÇÕES

Os pluviômetros possibilitaram a visualização e entendimento de uma abordagem didática integrada, que não seja apenas Expositiva, mas que possibilite a construção de conhecimentos e aprendizados sob uma perspectiva local, com a participação efetiva dos/das estudantes assim como no estabelecimento de uma relação direta com os atores sociais envolvidos diretamente na Gestão de Riscos de Desastres no Brasil.

As atividades de confecção dos pluviômetros podem ser consideradas 'atividades fim', quando estas são realizadas como o propósito final de construir um pluviômetro. Mas podem ser compreendidas como 'atividades meio', quando contribuem como uma etapa prévia para o desenvolvimento de outras práticas como o monitoramento das chuvas (pluviômetros). Elas estimularam a observação, coleta de dados, interpretação e análise dos dados, aproximando os/as estudantes do processo de investigação dentro do contexto educativo. Assu-

mem assim características integradoras das abordagens Experiencial, Investigativa e a Cidadã.

A adoção das abordagens Experiencial e Investigativa nos permite inferir que a temática RRD pode ter despertado nos/nas professores/professoras um interesse em atividades mais ativas, como a construção e monitoramento com pluviômetros artesanais. Tais abordagens possibilitam uma visão questionadora e atuação mais direta dos/das estudantes em seu território, ao mesmo tempo em que reforçam o potencial em tratar questões complexas como a ocorrência de inundações, deslizamentos, secas e outros desastres sob uma perspectiva local.

Um desafio ainda presente nessas iniciativas é a de promover a compreensão de que a chuva não é o único fator gerador dos desastres, da 'culpabilidade' do excesso ou falta de água nas causas desses desastres. Além de possibilitar a reflexão dos impactos do processo de falta de uma política de uso e ocupação do solo e da falta de saneamento em comunidades vulneráveis.

Esperamos que os resultados deste trabalho possam indicar alguns caminhos a serem percorridos para o avanço e fortalecimento de programas e projetos de RRD no contexto escolar no Brasil. Finalizamos nosso trabalho com a seguinte provocação, a pergunta tem que mudar de "será que vai chover amanhã"? para "quanto será que vai chover amanhã?

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Formação de Educadores (GPEAFE) da Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Censo da Educação Básica 2019*: Resumo Técnico. Brasília, 2020.

Fraustino, J. D. y Ma, l. (2015). CDC's Use of Social Media and Humor in a Risk Campaign - Preparedness 101: Zombie Apocalypse. *Journal of Applied Communication Research*, *43* (2), 222-241. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/00909882.2015.1019544

Giordano, R., Preziosi, E. y Romano, E. (2013). Integration of local and scientific knowledge to support drought impact monitoring: some hints from an Italian case study. *Natural Hazards*, *69*, 523-544. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-013-0724-9

Guimarães, M.; Soares, A. M. D.; Carvalho, N. A. O. y Barreto, M. P. (2009). Educadores Ambientais nas escolas: as redes como estratégia. *Cad. Cedes*, *29* (77), 49-62. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-32622009000100004

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). *Climate Change 2014*: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pachauri, R.K., Meyer L.A. (Ed.). IPCC, Geneva, Switzerland.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) y Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) (2018). *População em áreas de risco no Brasil.* Rio de Janeiro: IBGE.

Marchezini, V.; Muñoz, V. A. y Trajber, R. (2018). Vulnerabilidade Escolar frente a Desastres no Brasil. *Territorium*: Revista Portuguesa de riscos, prevenção e segurança. *25* (2), 161-177. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-2_13

Marchezini, V.; Horita, F. E. A.; Matsuo, P. M.; Trajber, R.; Trejo-Rangel, M. A. y Olivato, D. (2018). A Review of Studies on Participatory Early Warning Systems (P-EWS): Pathways to Support Citizen Science Initia-

tives. *Frontiers in Earth Science, 6 (184)*, 1-18. DOI: https://doi.org/10.3389/feart.2018.00184

Matsuo, P. M.; Souza, S. A. O.; Silva, R. L. F. y Trajber, R. (2019). Educação ambiental e redução de riscos de desastres: um panorama das pesquisas no Brasil. *Revista Pesquisa em Educação Ambiental*, Ahead of Print. DOI: https://doi.org/10.18675/2177-580X.2019-14275

Petal, M. (2009). Education in disaster risk reduction. *In:* SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (Eds.), *Disaster management*: Global challenges and local solutions (pp. 285-320). Hyderabad, India: University Press.

Santos, M. E. V. M. (2007). Ciência Cidadã: uma via para a educação cidadã. *In:* VI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências – ENPEC, 2007. *Anais...* Rio de Janeiro.

Selby, D. y Kagawa, F. (2012). *Disaster Risk Reduction in School Curricula*: Case Studies from Thirty Countries. UNESCO, Paris/UNICEF Geneva.

Trajber, R. y Olivato, D. (2017). A escola e a comunidade: ciência cidadã e tecnologias digitais na prevenção de desastres. *In:* Marchezini, V., Wisner, B., Saito, S. M. y Londe, L. R. (Eds.) *Reduction of Vulnerability to Disasters*: from Knowledge to Action (pp. 531-550). São Carlos: Rima Editora.

Trajber, R.; Pimentel, C. T.; Luz, A. E. O. ; Matsuo, P. M.; Olivato, D. y Saito, S. M. (2017). Educação na prevenção de desastres, uma temática emergente e emergencial. *In:* Magnoni Júnior, L.; Stevens, D.; Lopes, E. S. S.; Cavarsan, E. A.; Vale, J. M. F.; Magnoni, M. G. M. y Figueiredo, W. S. (Orgs.). *Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano* (pp. 45-57). 1ed. v. 1, São Paulo: Centro Paulo Souza.

P.57 Empoderar a la ciudadanía para intervenir en cuestiones socialmente vivas. La producción y el consumo de carne

Enrique España Ramos [1], Aurelio Cabello Garrido [1] y Francisco González García [1]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga
E-mail: enrienri@uma.es

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en un proyecto cuya finalidad es buscar cauces para fomentar en la ciudadanía en general, y en el profesorado en particular, la reflexión sobre el actual modelo de consumo de carne debido a su importante relación con el medioambiente y la salud humana propiciando la toma de decisiones y el paso a la acción. En concreto, se describe una página web en la que se describe la finalidad del proyecto y se ofrecen una serie de recursos y herramientas para informarse y participar en el análisis y debate de esta cuestión socialmente viva. Se incluyen los diferentes apartados de la página web: cartografía de controversia, sección de documentación con una base de datos, cronología, actividades ya realizadas en las aulas y publicaciones relacionadas. También se incluye una sesión de participación, tanto a través de la propia web como de las redes sociales.

Palabras clave: Ciudadanía; controversias; cuestiones socialmente vivas; producción y consumo de carne.

INTRODUCCIÓN

Desde el grupo de investigación en enseñanza de las ciencias y competencias (ENCIC), estamos abordando el tratamiento de cuestiones socialmente vivas (QSV, por sus siglas en francés) (Legardez, 2006) con la finalidad de empoderar a la ciudadanía para intervenir en este tipo de problemas. Estas cuestiones están sujetas a controversias que requieren de un conocimiento científico para abordarlas y tienen una serie de implicaciones sociales, para las que no existe una única solución válida y racional (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2014), de ahí su potencial para trabajar el pensamiento crítico de la ciudadanía a través de este tipo de cuestiones.

El actual modelo de producción y consumo de carne se puede considerar como una de estas cuestiones QSV debido a su creciente presencia no solo en los medios tradicionales, sino también en las redes sociales (Peiró, 2020). A su vez, es importante por su relación con el medio ambiente y la salud humana (Zeyer y Dillon 2014).

Por estas razones, hemos decidido abordar esta QSV mediante un proyecto, actualmente en marcha, en el que se plantea buscar cauces para fomentar en el conjunto de la ciudadanía en general, y en el profesorado en particular, la reflexión sobre las controversias relacionadas con la producción y el consumo de carne, propiciando a partir de ella la toma de decisiones y el paso a la acción (Hodson, 2003).

Este proyecto se desarrolla en diferentes ámbitos de la educación (formal, informal y no formal). En este trabajo se presenta la vertiente del proyecto más relacionada con el empoderamiento de la ciudadanía para intervenir en la cuestión socialmente viva sobre la producción y el consumo de carne. Se articula en torno a una página web desarrollada como cauce de difusión y participación y como herramienta para propiciar el intercambio didáctico y de informaciones para tratar este problema también desde la educación formal y, en concreto, desde la educación de las ciencias. Se parte con la elaboración de una cartografía de controversias (Venturini, 2008) como herramienta para analizar este complejo problema y, posteriormente, la utilización de diferentes vías de difusión y participación (páginas webs, redes sociales, etc.).

DESARROLLO DE UNA PÁGINA WEB PARA VISUALIZAR Y DIFUNDIR LA QSV POR AQUÍ

Los objetivos del proyecto demandan la disponibilidad de herramientas que permitan llevar este problema a la ciudadanía en general y hacer posible, en su caso, su participación en el análisis y el planteamiento de soluciones para el mismo. Por estas razones, se decidió acometer la creación de una página web propia: http://encic.es/qsv/consumocarne/ (Figura 1), que brinda a la ciudadanía una herramienta apropiada, como la cartografía de controversias, para analizar este tipo de problema.

Figura 1. Imagen de la página de inicio de la web *El Consumo de Carne. Una cuestión socialmente viva.*

Además, la web posibilita el acceso a recursos que permiten informarse y profundizar en esta QSV y ofrece la oportunidad de participar en debates, con la idea de favorecer la asunción de responsabilidades personales y sociales y la toma de decisiones que contribuyan a solucionarlo. En definitiva, se plantea un sitio web como un espacio para influir en la transformación del debate público, convirtiéndolo en una herramienta para la participación democrática. Estas ideas se concretan en la web en los siguientes apartados:

Cartografía de controversias

Con esta denominación se hace referencia a una herramienta para explorar y visualizar problemas en la investigación y discusión de las cuestiones socio-científicas contemporáneas (Latour, 2007). Permite una visión de conjunto del problema y de su complejidad (Venturini 2008) y ayuda a conocer e identificar los actantes involucrados (participantes humanos y no humanos), que intervienen de forma más o menos directa en el problema y las relaciones que se establecen entre ellos (Latour 2005). Con objeto de visualizar mejor la controversia se está utilizando también la idea de polo (político, social, científico, económico) como elemento organizador de los actantes y de sus relaciones.

Se presenta la versión más actualizada de una cartografía que incluye los diferentes actantes que intervienen en esta controversia (figura 2) así como un conjunto de documentos que permiten una primera aproximación a la complejidad de esta QSV. Esta información aparece de dos formas diferentes: con una breve descripción del significado de cada actante (a la que se accede poniendo el cursor sobre la denominación del mismo) y de las relaciones entre ellos (a la que se accede poniendo el cursor sobre la línea que relaciona dos actantes entre sí).

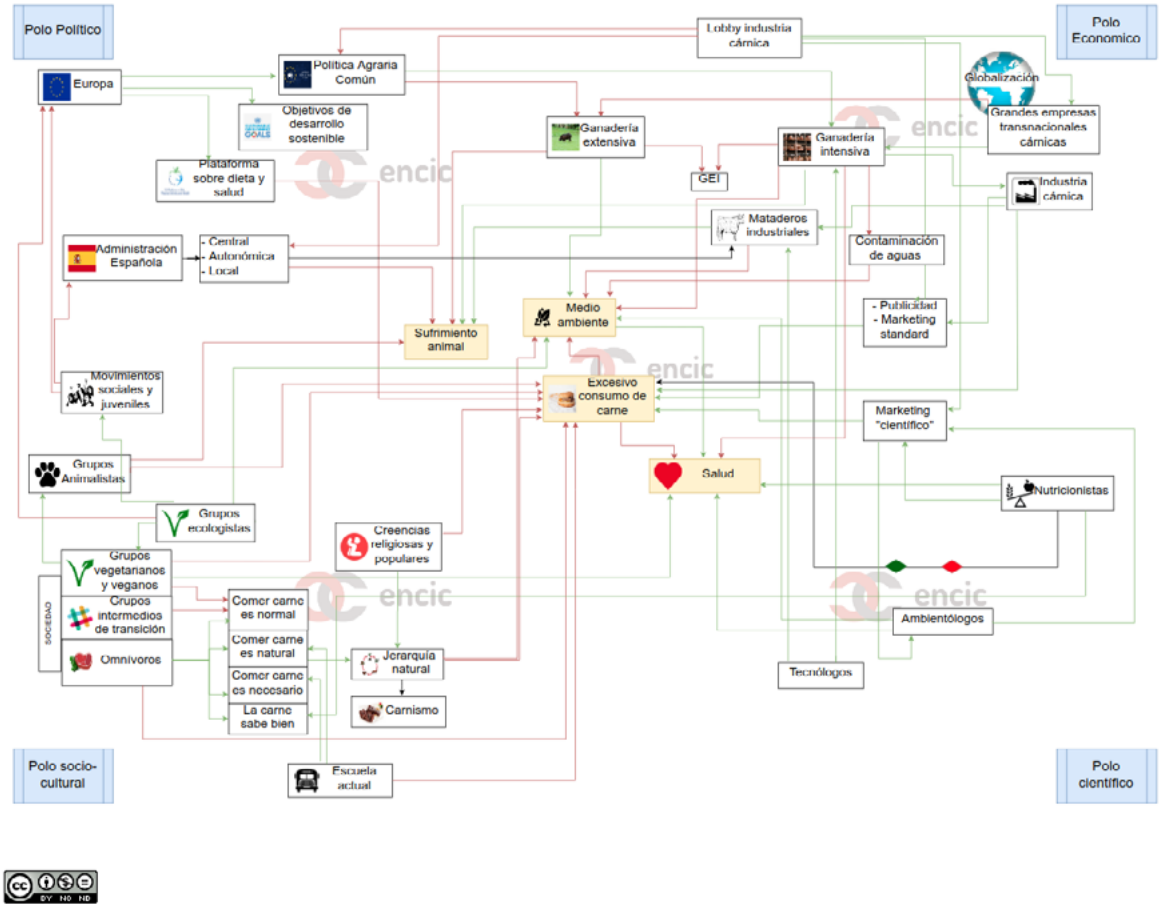


Figura 2. Cartografía de la controversia de la carne

Documentación

Está formada por tres componentes:

a) Una base de datos abierta y en continua ampliación sobre este problema. Para cada documento (entrada) se incluye su referencia, la dirección web en la que se puede obtener información y/o acceder al documento al que se hace referencia, un breve resumen de su relación con la QSV, así como de los actantes implicados en la cuestión a la que hace referencia.

b) Un Glosario de términos que facilita la comprensión de la controversia.

c) Una Cronología de la controversia (figura 3), con hitos del curso histórico de distintos aspectos de esta QSV como forma de visualizar su dinamismo a lo largo del tiempo.

Figura 3. Imagen de la cronología de la controversia

Participa

Se han abierto dos cauces la participación ciudadana: foros de discusiones y debates a través de las redes sociales (de momento a través del Twitter con el *hashtag* #qsvcarneclima y #consumocarne) y la aportación de documentos por parte de la ciudadanía que irán engrosando y completando la base de datos de la QSV, o de ideas y sugerencias para modificar y actualizar la cartografía de esta controversia.

OTRAS ACTUACIONES EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN NO FORMAL

Además de la página web se están realizando o se van a realizar algunas actuaciones en el presente año 2020, de las que a continuación se describen dos como ejemplos:

A. La impartición de una charla taller, dirigida al público en general, en el programa *Sábados con la Ciencia* organizado por el Centro de Ciencia Principia de Málaga (http://www.principia-malaga.com/p/)

(figura 4). Se utilizará la cartografía de controversias como instrumento para analizar la complejidad de este problema e identificar los factores más importantes implicados en él y sus relaciones. Dicha cartografía será elaborada junto con los participantes en el taller. Se presentará el proyecto QSV consumo de carne que se está desarrollando para difundir y abordar este problema tanto en el ámbito ciudadano como en el escolar.

Figura 4. Cartel de la charla-taller

B. Participación en la Noche de los Investigadores en su edición de septiembre de 2020 organizada por la Fundación Descubre. (https://lanochedelosinvestigadores.fundaciondescubre.es/malaga/). En este evento se presentará esta QSV a los asistentes de forma que puedan interactuar con los recursos antes mencionados (mapa de controversias, base de datos, glosario y cronología).

CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo se ha presentado una de las vertientes del proyecto "QSVconsumocarne" que muestra una aproximación a un problema importante para la ciudadanía en general, y en particular para el profesorado, y que se caracteriza por ser abierto, por plantear diversas controversias con la finalidad de empoderar a la ciudadanía para su intervención. Para ello, se han presentado diversas herramientas y canales de información y participación a través de una página web. En particular, es de destacar la elaboración de un mapa de controversias para el análisis y la visualización de la complejidad que muestra el problema propiciando con ello la participación y el análisis crítico.

Aunque no ha sido objeto de este trabajo se quiere resaltar la vertiente escolar de este proyecto que también es recogida en la página web, en concreto, en ella se irán presentando las actividades educativas que se vayan realizando por parte del equipo del proyecto o por parte del profesorado que quiera difundirlas por este medio. También se incluye una base de datos de publicaciones educativas centradas en esta controversia.

En su estado actual el proyecto es una hipótesis que intenta buscar cauces para propiciar la concienciación y participación de los ciudadanos sobre esta QSV. Animamos a participar en él.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia "EDU2017-82197-P", financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Díaz-Moreno, N., y Jiménez-Liso, R. (2014). Las controversias sociocientíficas como contexto en la enseñanza de las ciencias. En *Actas 26 Encuentros Didáctica de las Ciencias Experimentales* (Vol. 26, pp. 693-701).

Hodson, D. (2003) Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education* 25 (6), 645–670.

Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. New York, NY: Oxford University Press.

Latour, B. (2007). La cartographie des controverses. *Technology review*, 82-83.

Legardez, A. (2006). Enseigner des questions socialement vives. Quelques points de repères. En A. Legardez y L. Simonneaux (Eds.), *L'école à l'épreuve de l'actualité: Enseigner les questions vives* (Vol. 110, pp. 19-31). ESF Editeur.

Peiró, P. (7 de enero de 2020) Los defensores de la carne plantan cara a los científicos que aconsejan reducir su consumo. *EL PAIS*. Obtenido de: https://elpais.com/elpais/2020/01/02/planeta_futuro/1577970289_400521.html

Venturini, T. (2008). La cartographie des controverses. En *Communication au Colloque CARTO* (Vol. 2). Obtenido de: http://qsv.ensfea.fr/wp-content/uploads/sites/15/2017/10/2-Venturini-2008-Cartographie_Controverses_Carto2.0.pdf

Zeyer, A., y Dillon, J. (2014). Science|Environment|Health—Towards a reconceptualization of three critical and inter-linked areas of education. *International journal of science education*, *36(9)*, 1409-1411.

05.

SIMPOSIOS

S1 Propuesta de innovación didáctica en clases de Química Orgánica para el Profesorado Universitario de Biología.

Gladis Edith Medina; Griselda Marilú Marchak; Miriam Gladys Acuña y Alicia Jeannete Baumann

Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina. E mail: macuna@fceqyn.unam.edu.ar

RESUMEN

Se presentan resultados de la evaluación del desempeño de docentes y estudiantes mediante la observación de una clase de trabajos prácticos de Química Orgánica, para el Profesorado Universitario de Biología. Participaron dos docentes y veinticinco estudiantes. Según el observador no participante, los docentes retomaron contenidos, indagaron ideas previas, respondieron las preguntas en los grupos, explicaron objetivos; en plenario aclararon dudas y corrigieron en conjunto los errores, la clase fue dinámica. La estrategia de evaluación consideró la participación. Los estudiantes mostraron curiosidad y fueron encuestados para conocer su percepción sobre la modalidad, el 64 % consideró la opción buena y el 36% aceptable e hicieron la aclaración que carecen de conocimientos o el entrenamiento necesario. La propuesta innovadora desarrolló estrategias empleando el modelo de enseñar enseñando, considerando como eje el Conocimiento Didáctico del Contenido.

Palabras clave: Innovación; Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC); Enseñanza de la Química.

MARCO TEÓRICO

Es muy importante que el docente logre proponer y explicar los conceptos con claridad a los aprendices de manera tal que, estos puedan distinguirlos como a los cinco dedos de la mano. El aprendizaje resulta más fácil al involucrar todos los sentidos, ver, oír, manipular, dibujar y explicar, contribuyen para grabar en las retinas el objeto de aprendizaje. Por lo tanto, el contexto de trabajo adecuadamente ambientado con símbolos, imágenes y materiales relacionados con el contenido favorece para alcanzar las metas que la asignatura pretende lograr (Comenius, 2012).

Los estudiantes del Profesorado Universitario de Biología (PUB), desde el inicio de su formación se encuentran con prácticas educativas diversas; en asignaturas como: Química, Física, Biología, Matemática abordan el aprendizaje de las teorías, los modelos y el vocabulario desde la concepción de la enseñanza basada casi exclusivamente en la lógica disciplinar. Tratan sobre la didáctica y la pedagogía en las asignaturas denominadas de educación científica y formación docente, que prácticamente funcionan como compartimientos estancos sin asociar con las ciencias experimentales. Sin dudas, es absolutamente necesario preparar a estos estudiantes que se titularan como profesores para la enseñanza de la Biología para realizar la tarea de enseñar, utilizando dispositivos didáctico pedagógicos que incluyan a las ciencias experimentales. Esta requiere de conocimientos disciplinares, pedagógicos, didácticos, curriculares y sobre el modo en que los estudiantes aprenden. Así mismo, el ejercicio docente requiere tener actitud y desempeñarse en el contexto para adecuar las analogías, encontrar ejemplos cotidianos e incentivar a los estudiantes. Este bagaje de conocimientos se conoce como Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) "es un conocimiento múltiple, sistémico y dinámico, altamente dependiente del conocimiento disciplinar, cuya representación interna está en permanente re descripción en estrecha relación con la transformación de otros tipos de conocimiento" (Abell 2008, citado en Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2017).

En este contexto, tanto el profesor formado como los estudiantes de profesorado en formación tienen nuevas metas de aprendizaje, requieren del conocimiento múltiple, el disciplinar, tanto como del modo en que aprende el estudiante, así como de las herramientas para acercar los saberes. En ese sentido, recurrir a su propio CDC al preparar a los futuros nuevos profesores para desplegar sus competencias en los ambientes profesional y laboral; social y afectivo y emocional, para formar y contener. Es esencial disponer de las herramientas para revolver una situación concreta que permita saber qué, cómo, cuándo, para qué y el por qué enseñar un contenido. Además de poseer un conjunto de competencias adecuadas y características del PUB, deberá adquirir las competencias básicas como ser: "competencias sociales y, las relativas al uso de herramientas de todo tipo que incluyen competencias comunicativa-lingüística, matemática, digital, artística, cultural, y la competencia de aprender a aprender" (Lorenzo, 2017). Así mismo, "al abordar la enseñanza y aprendizaje de los conceptos químicos, se deben considerar los tres niveles de representación de la química propuestos por Johnstone (1993, 2000, 2010), el nivel macroscópico correspondería a la realidad perceptible de bordes imprecisos y variables, a aquello que podemos conocer a través de los sentidos, a través de la percepción. El nivel submicroscópico sería un mundo de realidad ideal, que se aleja del carácter platónico porque está construido colectivamente, discutido y consensuado a través del razonamiento humano (si no por el de todos, al menos por la subespecie de químicos). El nivel simbólico, fluctúa, entre lo perceptible y lo ideal, comprende la utilización de fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas y gráficos, que nos permiten expresar definiciones químicas" (Lorenzo, 2008, p. 19 citado en Acuña, 2015). "Por lo general, cuando el docente explica un fenómeno químico a sus alumnos, piensa conjugando los tres niveles representacionales. Sin embargo, los estudiantes no disponen de los conocimientos previos ni de las estrategias que les permitan procesar esa información de manera integrada", (Galagosvky et.al. 2003 citado en Acuña 2015). El lenguaje permite la interacción entre los modelos teóricos y los sistemas de representación; se conforma por un vocabulario específico y una variedad de fórmulas, convenciones de representación, reacciones y mecanismos específicos. Según (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014 citado en Acuña 2015), se presentan en cuatro subniveles de abstracción, N_1, corresponde a la

simbología química utilizada para representar a las sustancias y a las reglas establecidas que regulan su uso (ej.: símbolos químicos, fórmulas y ecuaciones químicas). N_2, permite la utilización de un vocabulario ajustado para referirnos a las sustancias (ej.: elementos, compuestos). N_3, el modélico, incluye términos para usar y discutir sobre los abstractores como parte de leyes, modelos y teorías en un contexto general (ej.: el lenguaje perteneciente a la teoría de la resonancia en química orgánica). Finalmente, N_4 es el lenguaje utilizado para la discusión epistemológica y filosófica de la química.

"El lenguaje disciplinar, es de vital importancia para la enseñanza de las ciencias, Química, en este caso. Por lo cual, el docente puede contribuir teniendo cuidado en la definición de términos y en la selección del vocabulario apropiado y el alumno debe ejercitarse en la adquisición del lenguaje disciplinar químico que le facilitará la construcción de los modelos y /o las representaciones mentales. Adquirir el lenguaje lleva tiempo, esfuerzo y constancia. En otras palabras, el estudiante debería ser capaz de modular continuamente sus prácticas de aprendizaje en función de las necesidades, adaptarlas a medida que van transcurriendo las actividades y reconocer el momento propicio para su utilización" (Acuña, 2015).

Teniendo estos conceptos profundamente arraigados dos docentes de la asignatura Química Orgánica (QO) de una universidad pública nacional argentina, coincidentemente con la puesta en vigencia del nuevo programa de la asignatura desarrollado para el plan de estudios 2017 del PUB, inician la interacción con los estudiantes, los nuevos contenidos, el contexto institucional del nuevo plan y las políticas educativas, la tecnología disponible, la sociedad y la cultura en la que están inmersas. Considerando todas estas variables y convencidos de la necesidad de desarrollar actividades intencionales de enseñanza, los docentes consideraron organizar las clases de manera tal que se favorezca el intercambio de información para generar en el estudiante, la construcción activa de conocimiento formal, la retención de saberes disciplinares que resignifiquen en un contexto más favorable los contenidos enseñados en la teoría (Lorenzo, 2017).

Los docentes de QO esperan que la enseñanza produzca en los estudiantes de profesorado una comprensión genuina, que otorgue nuevos sentidos a los contenidos que posteriormente enseñaran. La práctica trata de ejercitar una mirada más completa y más amplia en relación con un fenómeno, un problema o un hecho que se explica. Un proceso dinámico, reversible donde el producto se transforma en reactivo y retroalimenta la práctica. A través del mismo se pretende desplegar el CDC de los futuros profesores de la disciplina Biología, con los andamiajes adecuados en la Química que les permitirán analizar, representar, explicar los procesos biológicos y desarrollar competencias específicas para el hacer profesional.

OBJETIVOS

Evaluar el desempeño de docentes y estudiantes durante la clase de trabajos prácticos de Química Orgánica llevada a cabo mediante una estrategia didáctica innovadora. Así mismo, conocer la percepción de los estudiantes sobre la modalidad de enseñanza adoptada.

METODOLOGÍA

Se visitó el laboratorio del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), donde se desarrollan las clases de Química Orgánica. La asignatura corresponde al primer año del plan de estudios de la carrera de Profesorado Universitario de Biología, título habilitante para enseñar en los niveles secundario, terciario y universitario. Las clases de laboratorio se realizan semanalmente con una duración aproximada de tres horas, a cargo de dos docentes para atender grupos de alrededor de treinta estudiantes. Son denominadas como clases integradoras pre-experiencias de manipulación de compuestos químicos. En ellas, los estudiantes realizan actividades de lápiz y papel que recuperan contenidos teóricos y actividades experimentales de elaboración de modelos moleculares utilizando esferas de poliestireno expandido, coloreados según normas y palitos de brochet para los

enlaces (materiales económicos para representar los compuestos mediante modelos moleculares). Se les dio el nombre del compuesto y en grupos debieron operar para conformar las estructuras tridimensionales, predecir isómeros, polaridad, reconocer fuerzas intermoleculares presentes para posteriormente en otras clases programar actividades experimentales de manipulación de sustancias químicas y material de laboratorio.

En esta experiencia, participaron dos docentes de la cátedra con diferente trayectoria profesional, que desarrollan sus clases en el contexto del laboratorio (imagen 1). Un observador no participante registró las interacciones entre los profesores y estudiantes durante la clase, utilizando una guía semiestructurada que tomó en cuenta la realización de trabajo científico, el CDC, las relaciones interpersonales con los estudiantes, la responsabilidad en el desempeño de sus funciones, la emocionalidad y los resultados de la labor educativa. Al finalizar, el observador entregó a los estudiantes un cuestionario de cinco preguntas para conocer desde su perspectiva la impresión sobre la clase, preguntas que indagan anónimamente sobre la naturaleza de los TP, sus fortalezas y debilidades, la comunicación entre docentes, estudiantes y contenidos y si estos aluden a su futuro rol como docente.

Docente	Nivel de categoría docente	Género	Años de ejercicio	Formación de grado	Formación de posgrado	Formación en docencia	Investiga
D_1	1	F	>30	Completa	Si	Si	Si
D_2	1	F	2	Completa	No	Incompleta	No

Imagen N°1. Docentes de las clases observadas

De este modo, los datos se conformaron por los resultados de la observación y las respuestas a dicho cuestionario. El análisis de los registros del observador y las encuestas se realizaron de manera independiente por cuatro investigadores, los resultados obtenidos fueron contrastados y los desacuerdos fueron discutidos y argumentados hasta llegar a consenso (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2017).

RESULTADOS

Desde la perspectiva de los docentes

Se observaron diferencias entre el docente formado (mayor a 30 años de ejercicio profesional docente, con formación de posgrado -disciplinar y pedagógica- y experiencia como investigador) y el docente en formación (hasta tres años de ejercicio, cursando formación de posgrado pedagógica) tanto respecto a las funciones que desempeñaban como en las respuestas a los estudiantes para resolver las situaciones de enseñanza, se evidencia la experticia en la metodología.

Se realizó una actividad preliminar para organizar la propuesta, lo que demostró el trabajo en conjunto con el responsable de la teoría al retomar los contenidos y los ejemplos desarrollados. Ambas situaciones son factores importantes en la incorporación del CDC. De manera permanente estimularon, corrigieron y ejercitaron el lenguaje disciplinar específico y los estudiantes se apropiaron autocorrigiendo con diferente velocidad el mismo.

Tal como señalaron Sánchez, Odetti y Lorenzo, (2017) se desenvolvieron con solvencia frente a los estudiantes, marcando indirectamente las falencias a través de preguntas orientadoras que reencausaban el trabajo, ofreciéndoles explicaciones ante los resultados no esperados. Una situación llamativa se dio frente a la desorientación de dos grupos de trabajo que intentaban armar una molécula lineal con hibridación sp^3 y no lograron representar a los átomos en línea recta; los docentes orientaron a repensar sus acciones hasta comprender que una molécula lineal no significa que se la represente como una línea recta, sino que, no presenta

ramificaciones. Otra explicación que los estudiantes recibieron con entusiasmo fue cuando un docente utilizó la analogía del papel plegado para mostrar la ubicación de los átomos en moléculas isómeras.

En general, orientaron la clase con una mirada puesta en el rol del profesor de Biología que encuentra analogías cotidianas para facilitar la comprensión de contenidos abstractos. Estas actitudes motivaron y entusiasmaron a los estudiantes.

Se utilizaron preguntas problemas que facilitaron la comprensión y vincularon los contenidos. La evaluación fue en proceso, tomó en cuenta la participación, esto afectó positivamente a los estudiantes y al mismo tiempo, los presionó.

Con respecto a la relación de los contenidos abordados con la carrera, los conceptos son básicos, necesarios para la comprensión de temas más complejos relacionados con los procesos biológicos.

Desde la perspectiva de los estudiantes

Una vez organizados, trabajaron cómodos, pasaron del lápiz y papel a disponer las esferas que representaban a los átomos para armar las estructuras moleculares, plantearon sus dudas a los docentes y en base a las respuestas, reconsideraron sus decisiones. La producción final lograda por los estudiantes se aprecia en las imágenes 2 a 4; hubo además una buena retroalimentación durante la puesta en común.

Imagen N°2. Molécula de 2 bromo, metil heptano formada utilizando un átomo coloreado de verde para el Br

La encuesta administrada a los estudiantes mostró respuestas con fundamentaciones diversas. En el caso de la pregunta 1, ¿Cuál es su actitud como estudiante en estas prácticas? Buena__ Mala__ Aceptable__ ¿Por qué?, el 64 % de los estudiantes consideró la opción buena y el 36% aceptable, los fundamentos se clasificaron en actitudes positivas y negativas hacia la propuesta, imagen 5. En la 2: ¿Cuáles son las fortalezas que se encuentran en esta clase de prácticas de laboratorio? Indicaron: trabajo grupal, el aprendizaje se vuelve significativo al poder aplicar en la práctica lo desarrollado en teoría, la predisposición docente. En la 3:

Imagen N°3. Moléculas terminadas expuestas en la mesada

Imagen N°4. Estudiantes escuchando a sus compañeros mientras esperan para exponer sus conclusiones

Actitud positiva: lo que el estudiante pone en juego durante las clases	Actitud negativa: asociada a la dificultad para entender la asignatura.
trato de sacarme las dudas,	No me gusta la forma en que desarrollamos las actividades.
se comparte entre pares.	Me cuesta entender la química.
sin miedo a preguntar se puede aprender,	Me cuesta mucho.
me gusta participar	Me parece bastante complejo y no le dedico lo suficiente.
la posibilidad de preguntar libremente,	En ocasiones las dudas que tengo no son sacadas y me generan más dudas
me esfuerzo en participar en clases,	No es una materia que me guste.
	Me cuesta química, por lo tanto, necesito muchas horas de estudio.

Imagen N° 5. ¿Cuál es su actitud como estudiante en estas prácticas?

¿Cuáles son las debilidades que se presentan en esta clase de prácticas de laboratorio? respondieron: escasos conocimientos previos; muchas dudas después del práctico; el tiempo para realizar el práctico (sin aclarar si

es mucho o poco). A la 4: ¿Al finalizar la práctica de laboratorios se realiza una comunicación acerca de los resultados obtenidos? SÍ__ NO__ ¿Por qué? todos concuerdan en que se realiza una puesta en común para revisar lo trabajado. En la 5, ¿Cómo relaciona esta actividad del práctico con el ámbito de la carrera? aunque son estudiantes de primer año y esta asignatura es del segundo cuatrimestre, se posicionaron desde el futuro rol profesional, se observa el esfuerzo por usar un vocabulario pedagógico en las frases utilizadas. Seguramente se relaciona con las materias de formación docente que ya cursaron o cursan simultáneamente, algunas de las múltiples respuestas se enumeran en la imagen 6.

Lo relaciono porque cuando seamos docentes tendremos que realizar más prácticos.
Aporta responsabilidad e implica ampliar y llevar la investigación más profunda.
Me parece una buena forma de ver otras estrategias pedagógicas.
Observo a las profesoras y me trato de identificar con sus formas de desarrollar las clases y cuando responden nuestras dudas.
Es muy práctico para abstraer los conceptos de química. Se ocupan recursos didácticos muy buenos para la comprensión de conceptos.
Se relaciona al participar en clase ya que en el futuro deberemos pararnos y explicar frente a los alumnos.
Nos provee las herramientas necesarias en química orgánica y para nuestra futura profesión.
Al pasar a explicar, interactuar nos ayuda a perder la timidez a la hora de tener que enseñar.
Es agradable estudiar en un ambiente diferente, lo que me resulta una forma de enseñar y aprender positivo para la práctica docente, además al exigir la participación me llevo a salir de mi zona de confort
Me gusta que aprendemos maneras de trabajar entre colegas y tenemos la oportunidad de desarrollarnos como futuros profesores y técnicas a utilizar.
Con la manera que como docentes podemos introducir técnicas para que el alumno tenga la posibilidad de comprender un contenido difícil o engorroso.
Saber manejar los tiempos y la importancia entre la teoría y la práctica. La parte didáctica.

Imagen 6. ¿Cómo relaciona esta actividad del práctico con el ámbito de la carrera?

CONCLUSIONES

La clase observada, fue una clase de laboratorio innovadora, donde se desarrolló la práctica educativa y presentó algunas singularidades que obligarían a ampliar y profundizar su estudio.

Del análisis de los resultados, surgió la necesidad de una profundización en el estudio de los tiempos utilizados en cada una de las actividades desarrolladas en el laboratorio, que permitiría responder interrogantes como: ¿cuánto tiempo de la clase se destina al desarrollo de actividades de lápiz y papel o de recuperación de los contenidos teóricos? ¿cuánto al de las actividades experimentales? ¿qué tiempo se le dedica a la explicación, a la ejecución, a la justificación y evaluación dentro de la actividad experimental?

En esta aproximación, se evidenció una vez más, el carácter dinámico y versátil del CDC. En lo que a clases de laboratorio se refiere, parece construirse en conjunto en la propia interacción entre los docentes del equipo. Estos resultados mostraron además un nuevo sendero a transitar para lo cual se propone la ampliación y diversificación de los casos de estudio a fin de responder las nuevas preguntas planteadas. “Demanda un diseño cuidadoso de las actividades y del rol del profesor para conjugar un aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal” (Rodríguez-Arteche, Bárcena, Rosa y Martínez-Aznar, 2019) y a su vez resulta útil para el estudiante del profesorado ejercitar experiencias didácticas que podrían ser replicadas en el ejercicio de la profesión docente.

La innovación didáctica propuesta en clases de química orgánica para el Profesorado de Biología según surge de las respuestas de los estudiantes, es ampliamente aceptada y potencialmente enriquecedora, necesita ajustes, ofrece la ocasión de desarrollar estrategias fácilmente transferibles a otros contextos de enseñanza, empleando el modelo de enseñar enseñando. Es la primera incorporación del CDC como herramienta fundamental en la formación de los futuros profesores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco de los proyectos de investigación 16Q575 y 16Q673 de la Universidad Nacional de Misiones y del PICT20150044.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, M.G. (2015) Factores asociados al rendimiento académico de los alumnos de Licenciatura en Genética de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, su relación con el aprendizaje de Química. (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales con orientación en Química no publicada). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Neuquén, Argentina.

Comenius, J. A. (2012). *Didáctica Magna*. Madrid: Akal.

Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry: Logical or psychological? *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9–15.

Johnstone A.H. (2010). You cant´t get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29.

Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249-263. DOI: 10.5294/edu.2017.20.2.5

Rodríguez-Arteche, I., Bárcena, A.I., Rosa, D. y Martínez-Aznar, M.M. (2019). Aprendizaje indagativo sobre los cambios físicos y químicos en la formación inicial del profesorado de secundaria. Ápice. Revista de Educación Científica, 3(2), 1-20. DOI: https:// doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4657

Sánchez, G.H.; Odetti, H. S.; Lorenzo, M.G. (2017). La práctica docente en el laboratorio universitario y el conocimiento didáctico del contenido de Química Inorgánica. *X Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Sevilla, España. 183-188.

S2 Aula virtual como innovación para el diseño de planificaciones en el profesorado en química de la UNR

Claudia Drogo y Estela Álvarez

Asignatura Residencia. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FCByF), Universidad Nacional de Rosario. República Argentina (UNR).E-mail: cdrogo@fbioyf.unr.edu.ar

RESUMEN

La carrera del Profesorado en Química de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), tiene como última asignatura Residencia, en la cual los estudiantes enfrentan el desafío del diseño de planificaciones de clase y deben realizar observaciones e indagar sobre el contexto. Las planificaciones se comparten en un aula virtual de una plataforma educativa. De esta manera pueden realizar aportes de forma colaborativa antes de las prácticas docentes. Todos los residentes acceden a los diferentes trabajos para consultar durante la elaboración de nuevas planificaciones. El objetivo fue evaluar las opiniones de los estudiantes con respecto a la utilidad del aula virtual para el diseño de planificaciones. Se realizó un cuestionario online con proposiciones valoradas mediante una escala de satisfacción. La utilización del aula virtual fortaleció y favoreció la realización de las prácticas educativas.

Palabras clave: Innovación; planificación del profesorado; enseñanza; aula virtual

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los espacios virtuales cobran gran protagonismo en la educación formal. En un contexto educativo físico-virtual, el constructivismo, es una modalidad que se fundamenta en la experimentación, la participación dialógica de los actores y la observación de los procesos en función de un proyecto o problema. La experiencia juega un rol decisivo en la construcción del conocimiento y el desafío creativo que implica producir.

Para Barberá y Badía (2005) hay dos ejes de confección de acciones educativas virtuales: el primero, presidido por el lugar en el que sucede la acción educativa virtual con relación a la clase convencional y el segundo, referido al uso que se hace del medio tecnológico en el desarrollo de la acción virtual. Ambos ejes confieren singularidad a las diferentes propuestas de actividades en un aula virtual. El principal objetivo de las comunidades virtuales de aprendizaje consiste en la creación, desarrollo y mantenimiento de un grupo virtual de estudiantes que tiene como finalidad la construcción de conocimientos de forma compartida mediante la interacción entre todos sus miembros (Williams et al., 2000).

Un aula virtual de formación se refiere a un lugar acotado y reconocible en el ciberespacio que posee una identidad y estructura definida para fines educativos. Es creado con la intencionalidad pedagógica de estimular, guiar o supervisar un proceso de aprendizaje de modo formalizado (Area y Adell, 2009).

Un aula virtual se puede situar dentro de la misma clase y, aunque podría también funcionar de manera autónoma como sucede en la educación superior, puede cubrir una serie de necesidades educativas. En este caso se utiliza durante las clases presenciales de una manera colaborativa para el diseño de las planificaciones de acuerdo con los contextos de la práctica de la enseñanza y luego de una manera atemporal, ya que dicho trabajo se puede consultar en cualquier momento y lugar, pudiendo aportar con experiencias vivenciadas durante las clases.

Los espacios virtuales deben dar lugar a la enseñanza y al aprendizaje concebidos como procesos complejos y dinámicos, fomentando el intercambio de ideas y habilitando el pensamiento crítico. Diseñar y sostener un espacio virtual accesible no sólo requiere del compromiso de docentes, coordinadores o administradores de sitio sino que es una responsabilidad compartida de todos y cada uno de los participantes (Cenacchi, 2015).

La competencia digital forma parte de lo que debe aprenderse en las asignaturas de ciencias, aunque el uso de las tecnologías (en este caso el aula virtual) es transversal a todas las disciplinas y no hay una única manera de utilizarlas. No son un modelo educativo o un planteamiento metodológico; son recursos didácticos que pueden presentarse en diferentes medios, porque no hay una forma universal y única de utilización (Valverde, et al., 2017).

En este trabajo se utilizó el aula virtual para el repositorio de las planificaciones de clases. La palabra española repositorio procede del latín repositorium, que significa armario o alacena. El Diccionario de la Real Academia lo define como el lugar donde se guarda algo. Son sistemas de información que preservan y organizan materiales científicos y académicos como apoyo a la investigación y el aprendizaje, a la vez que garantizan el acceso a la información. Los repositorios están compuestos por múltiples archivos digitales representativos de la producción intelectual que resulta de la actividad investigadora de la comunidad científica y tiene la finalidad de organizarla, preservarla y difundirla en modo de acceso abierto (Duperet Cabrera, et al., 2015).

PROPUESTA DE TRABAJO

Uno de los objetivos de los docentes es fomentar en los alumnos de Residencia del Profesorado en Química (Residentes) la “Inteligencia profesional docente” (Gavidia Catalán, 2009) que es saber utilizar los resortes que tiene a su disposición para llevar a cabo la enseñanza, por ello la utilización de un aula virtual favorece el trabajo colaborativo e integral sobre las prácticas de enseñanza. Para cambiar la enseñanza de las Ciencias,

sería necesario cambiar la formación del profesorado que la enseña, en todas las etapas de la formación docente y como profesor novel (De Pro Bueno, et al., 2019). En el caso de residencia es la última asignatura de formación para los futuros profesores en química.

La Argentina posee un marco legislativo con respecto a "Creación de Repositorios Digitales Institucionales de acceso abierto, Propios o Compartidos" a partir de 2013 (Ley N° 26899), donde se regula la difusión del conocimiento científico que ha sido financiado con fondos públicos. El proceso, que culminó en la sanción de la mencionada Ley, ha dado lugar a diversas políticas públicas, es así como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Consejo Interuniversitario Nacional plantearon la necesidad de desarrollar repositorios dependientes de las universidades nacionales (Miguel, Bongiovani, Gomez & Bueno, 2013).

Surge de aquí la idea de trabajar con un repositorio de las "planificaciones" de diferentes temáticas para la enseñanza en los distintos niveles educativos, donde los Residentes desarrollaran sus prácticas. De este modo que puedan ser reutilizadas en diversas ocasiones, dentro de diferentes contextos de aprendizaje y accesibles simultáneamente a todas las personas que quieran utilizarlos (en oposición a los medios didácticos tradicionales que sólo son utilizables en un espacio y tiempo determinados) (Wiley, 2000).

La socialización de las experiencias personales se realiza en un primer momento en el taller, cada residente expone la planificación con la secuencia didáctica que surgió en el mismo, tomando en cuenta el contexto escolar y las ideas previas de los estudiantes. Luego de las devoluciones de sus pares y docentes y de la experiencia en la práctica real, los trabajos se comparten en el aula virtual de una plataforma educativa en la cual se diseñó un repositorio de todas las planificaciones elaboradas para cada tema.

Para facilitar el acceso en el repositorio se nominaron con el tema desarrollado en las mismas (Figura 1).De esta manera todos los residentes, docentes y co-formadores tienen acceso a los diferentes trabajos para consultar antes de la construcción de nuevas planificaciones.

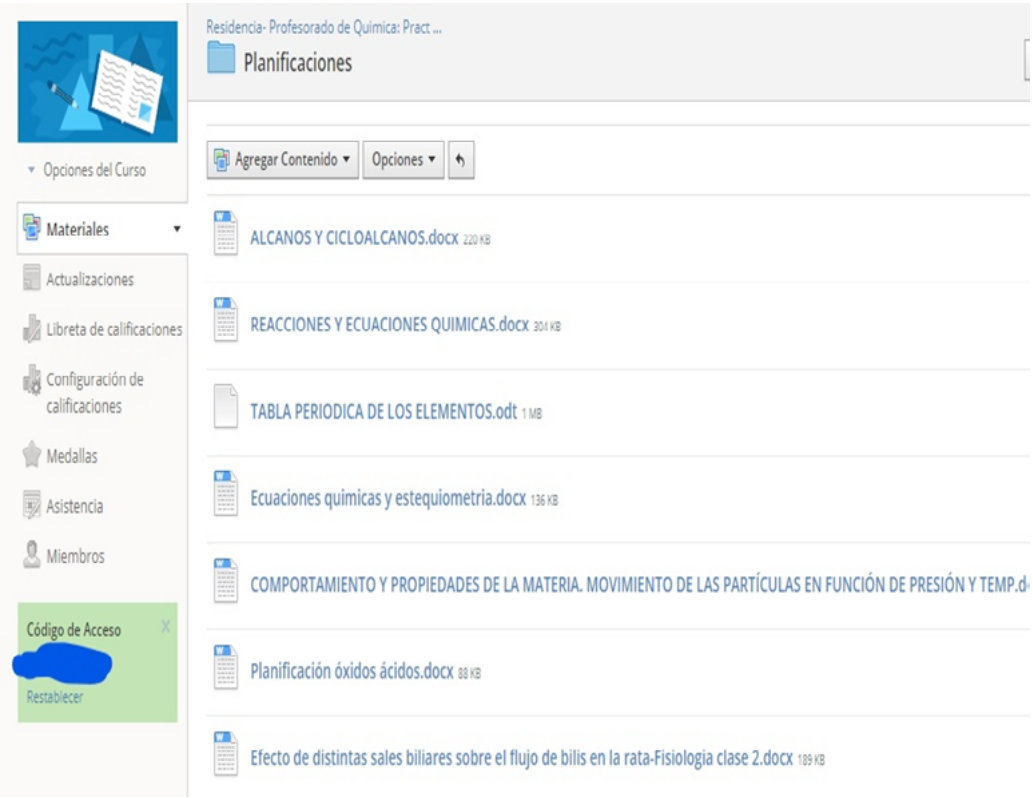


Figura 1. Aula virtual en la plataforma educativa con el repositorio de las planificaciones

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar las percepciones de los residentes con respecto al uso y utilidad del aula virtual para el repositorio de planificaciones.

METODOLOGÍA

Para conocer las opiniones de los estudiantes de Residencia con respecto a la utilidad del aula virtual como repositorio de las planificaciones se realizó un cuestionario, online con 17 proposiciones, en modalidad de un formulario de google con el siguiente link https://forms.gle/EShou64Cz9BGD8GUA

El cuestionario fue previamente validado con una prueba piloto y consistió en un conjunto de preguntas cerradas que contenían opciones de respuestas previamente delimitadas, ya que resulta más fáciles de codificar y analizar. También requieren un menor esfuerzo por parte de los encuestados y menor tiempo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Las consignas del cuestionario fueron referidas a la frecuencia en la utilización de la plataforma educativa, la facilidad en el acceso, la utilidad para ordenar las planificaciones y la consulta de las mismas. También se preguntó sobre la promoción del trabajo colaborativo y comunicación con los compañeros y docentes. Así como también la valoración de la plataforma educativa con respecto a las herramientas para acceder al repositorio de planificaciones, a bibliografía y recursos educativos.

Las proposiciones fueron valoradas mediante una escala de satisfacción, con la siguiente propuesta de respuestas: muy en desacuerdo, en desacuerdo; de acuerdo; muy de acuerdo. La aplicación del instrumento fue voluntaria y anónima.

Respondieron el cuestionario los residentes que cursaron la asignatura en los años 2018 y 2019, total 19. Se utilizó un cuadro de frecuencia en valores absolutos debido a la cantidad de participantes.

RESULTADOS

De las consultas realizadas verificamos que 6 estudiantes de 19 utilizaron con mucha frecuencia la plataforma educativa y 11 residentes manifestaron que a veces la consultaron. Todos estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo que no debería utilizarse una plataforma diferente. Sin embargo no acordaron que los conocimientos adquiridos en el taller de computación de la carrera facilitaron la utilización de esta plataforma, ya que 8 de 19 residentes manifestaron estar en desacuerdo y 5 muy en desacuerdo. Estuvieron de acuerdo (15/19) o muy de acuerdo (4/19) que podrían enseñar a utilizar el aula virtual a un compañero. Las respuestas de las otras consignas se registraron en la una tabla en valores absolutos.

Tabla 1. Registros de respuestas en cada opción en valores absolutos

CONSIGNAS	MUY EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	DE ACUERDO	MUY DE ACUERDO
Resulta de fácil acceso esta plataforma educativa			11	8
Es útil para ordenar las planificaciones			13	6
Facilita la consulta a las planificaciones			9	10
Promueve el trabajo colaborativo			10	9
Sería de utilidad utilizar esta plataforma en otras asignaturas			10	9

CONSIGNAS	MUY EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	DE ACUERDO	MUY DE ACUERDO
Les brinda todas las herramientas para acceder a las planificaciones			13	6
Es aplicada de manera correcta como repositorio de planificaciones			13	6
Facilita el acceso a material de estudio (libros, videos, presentaciones)			9	10
Facilita la comunicación con sus compañeros		4	13	2
Facilita la comunicación con los docentes		2	13	4
El repositorio de las planificaciones es útil desde esta plataforma educativa			13	6
¿Este repositorio facilita el trabajo de planificación de la enseñanza de un tema?		1	11	7
Considera buena su experiencia utilizando esta plataforma educativa			13	6

En este trabajo el aula virtual se concibe principalmente como un espacio digital complementario al aula-taller y los residentes valoraron positivamente su existencia, sobre todo para acceso a los materiales de estudio y como repositorio de las planificaciones. Sin embargo, algunos residentes opinaron que no facilita la comunicación con sus compañeros y con los docentes. Una respuesta evidencia que el repositorio no facilita el trabajo de planificación de la enseñanza en un tema.

CONCLUSIÓN

El repositorio de Planificaciones en una plataforma educativa resultó un recurso muy utilizado en las prácticas educativas en Residencia del Profesorado en Química que fortalecieron y favorecieron su realización. Los docentes y alumnos acordaron que esta propuesta resulta un tipo de recurso, superador, por las características de inmediatez en las consultas. Estimula el trabajo colaborativo para el diseño de la enseñanza y permite el acceso a diversas disciplinas.

En la formación del futuro profesor es primordial la competencia digital para afrontar la enseñanza con las nuevas generaciones y preparar la planificación de los temas para trabajar en el aula con los estudiantes y que puedan responder a las inquietudes de los mismos y afrontar problemas de la vida diaria. El desafío docente en la enseñanza también es organizar el trabajo de manera colaborativa, intercambiando ideas y propuestas que puedan aportar a conseguir los objetivos propuestos con respecto al aprendizaje de los estudiantes.

La socialización de las planificaciones en el aula virtual, así como todo el material para la preparación de las mismas, favorece la construcción de nuevos modelos de innovación didácticas con el objetivo de mejorar la enseñanza de la Química. Se puede considerar la fortaleza del uso de este recurso es la consulta permanente de todos los trabajos actualizados realizados por los residentes y los docentes, así como también el ahorro del uso del papel, fortaleciendo el cuidado del ambiente.

La observación y seguimiento de los Residentes a lo largo del año académico nos permite comprobar que la utilización del aula virtual con todos los recursos utilizados está incluido en un modelo didáctico constructivista, y ha redundado en el mejoramiento de las competencias docentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Area, M., y Adell. J. (2009). E-Learning: Enseñar y aprender en espacios virtuales. En J. De Pablos (Coord.) *Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. (391-424). Málaga: Aljibe. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/216393113_Elearning_ensenar_y_aprender_en_espacios_Virtuales

Barberá, E., & Badia, A. (2005). Hacia el aula virtual: actividades de enseñanza y aprendizaje en la red. *Revista Iberoamericana De Educación*, *36*(9), 1-22. https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie3692769

Cenacchi, M. (2015). La accesibilidad web en el marco teórico y metodológico del Dispositivo Hipermedial Dinámico: acerca del caso Memoria y Experiencia Cossettini. Revista IRICE. N° 28, pp. 37-61.

De Pro Bueno, A., De Pro Chereguini, C. y Rodríguez Moreno, J. (2019). Estudio de la adquisición de subcompetencias sobre comunicación audiovisual de los maestros en formación inicial. Ápice. Revista de Educación Científica, 3(1), 29-39. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4618

Duperet Cabrera, E., Pérez Martínez, D., Cedeño Rodríguez, M., Ramírez Mustelier, A., & Montoya Acosta, L. (2015). Importancia de los repositorios para preservar y recuperar la información. *MEDISAN*, *19*(10), 1283-1290. Recuperado en 20 de febrero de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192015001000014&lng=es&tlng=es.

Gavidia Catalán, V. (2009) El profesorado ante la educación y promoción de la salud en la escuela. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. N. ° 23, 171-180 Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3082143

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018) *Metodología de la investigación*. **Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.** Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education.

Miguel, S.; Bongiovani, P.; Gomez, N. & Bueno de la Fuente, G. (2013). Prospect for Development of Open Access in Argentina. The Journal of Academic Librarianship, 39(1), 1-2.

Valverde, D., González, J., González, J. y De Pro, A. (2017).¿Qué sub-competencias digitales muestran unos alumnos de 4º de Educación secundaria obligatoria ante una animación sobre una reacción química a nivel microscópico? Ápice. Revista de Educación Científica,1(1), 40-57.DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2009

Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects. Disponible en http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc

Williams, S., Burgess, K., Bray, M., Bransford, J., Goldman, S. y el Grupo de Cognición y Tecnología de Vanderbilt (CTGV). (2000). La tecnología y el aprendizaje en las aulas de las escuelas para el pensamiento. En C. Dede (comp.), Aprendiendo con tecnología, (139-165). Buenos Aires: Paidós.

S3 Innovaciones mediadas por TIC en la enseñanza de las Ciencias Morfológicas

Ana Patricia Fabro, Carolina Aró, Noelia Villafañe

Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina. anapfabro@hotmail.com

RESUMEN

El estudio de las Ciencias Morfológicas tiene por objetivos comprender la estructura macro y microscópica de los distintos tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano, y la relación estructural y funcional que los caracteriza. Para conseguir estos objetivos, los alumnos tienen que ser capaces de identificar e interpretar las diferentes imágenes anatómicas e histológicas de los órganos y tejidos humanos. Alcanzar estas competencias requiere de mucho tiempo y esfuerzo por parte de los alumnos, pues a la dificultad de la identificación y comprensión de las características histológicas de los distintos tipos celulares, se añade la proyección de las imágenes histológicas y anatómicas (estudiadas generalmente mediante formatos bidimensionales) a estructuras tridimensionales, que es como se presentan en la naturaleza. Este trabajo describe y analiza propuestas innovadoras que involucran la incorporación de TIC a la enseñanza de las Ciencias Morfológicas a los fines de contribuir a superar tales dificultades.

Palabras clave: Innovaciones; TIC; Enseñanza de Ciencias Morfológicas.

INTRODUCCIÓN

El concepto de innovación en educación

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el nivel universitario estánsupeditados a diversos factores que inciden en su operatividad, ya sea institucionales, organizacionales, políticos y culturales. Todos estos factores nutren a los procesos pedagógicos que son dinámicos y susceptibles de cambios profundos o superficiales.

Sin embargo estos cambios no necesariamente constituyen innovaciones. Hargreaves (2002; 2003); Hargreaves y Fink (2006; 2008); Gather Thurler (2004) señalan que las verdaderas innovaciones implican cambios educativos que emergen desde dentro de las aulas generando su propia cultura innovadora. Para que la innovación sea genuina, debe surgir a partir de una necesidad real, de un problema que sea necesario resolver, de una insatisfacción ligada a una práctica, teniendo en cuenta a los actores principales de los procesos educativos: docentes, alumnos, coordinadores, directivos.

Es por ello que, cuando se introducen cambios a través de determinados dispositivos dejando de lado los recursos humanos, estamos frente a modalidades verticales e indirectas, que penetran de manera parcial y en muchas ocasiones sin impacto real en los procesos educativos (Zagastizábal y Perlo, 2006).

Dificultades para el estudio de las Ciencias Morfológicas

El estudio de las Ciencias Morfológicas en el nivel universitario tiene por objetivos comprender la estructura macroscópica y microscópica de los distintos tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano, y la relación estructural y funcional que los caracteriza. Para conseguir estos objetivos, los alumnos tienen que ser capaces de identificar e interpretar las diferentes imágenes anatómicas e histológicas de los órganos y tejidos humanos. Alcanzar estas competencias requiere de mucho tiempo y esfuerzo por parte de los alumnos, pues a la dificultad de la identificación y comprensión de las características histológicas de los distintos tipos celulares que componen nuestro organismo, se añade la proyección de las imágenes histológicas y anatómicas analizadas generalmente estudiadas mediante formatos bidimensionales (esquemas de atlas y libros, observaciones de preparados histológicos al microscopio) a estructuras tridimensionales que es como se presentan en la naturaleza.

OBJETIVOS

Este trabajo de investigación describe y analiza propuestas innovadoras que involucran la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a las aulas y laboratorios en el campo de la enseñanza de las Ciencias Morfológicas en la carrera de Bioquímica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, en la ciudad de Santa Fe, Argentina.

METODOLOGÍA

A los fines de llevar adelante el objetivo planteado, se analizaron las actividades presenciales y virtuales y las tecnologías disponibles para el desarrollo de la mencionada asignatura, durante el segundo cuatrimestre del año 2019.

El propósito del diseño de una investigación consiste en proporcionar, mediante una metodología apropiada, las respuestas más válidas a las preguntas que se plantean, por tal motivo es muy importante la correspondencia entre el diseño de la investigación y los objetivos de la misma.

Para tal fin se utilizó una metodología de investigación cualitativa del tipo “estudio de caso” (Pérez Serrano, 2003; Popkewitz 2012, Fabro, 2015) y se diseñaron instrumentos para recabar datos de tipo cualitativo:

- Ficha de relevamiento de la infraestructura tecnológica.
- Registro (mediante observación participante) de las actividades presenciales y virtuales desarrolladas con aporte de las TIC.
- Registro (mediante observación participante) de los desempeños de comprensión puestos de manifiesto por los estudiantes.

La recolección de datos puso el foco en las siguientes categorías, las que se registraron mediante modalidad descriptiva (Moreira, 2002), a saber:

- Tecnologías disponibles.
- Actividades presenciales desarrolladas con aportes de las TIC.
- Actividades virtuales desarrolladas con aportes de las TIC.
- Modelo pedagógico en que se sustenta la propuesta.

RESULTADOS

Tecnologías disponibles

En el ámbito de la Facultad y de la Cátedra mencionada, se dispone de conexión a Internet por cable y WIFI. La Cátedra cuenta además con diversas tecnologías audiovisuales e informáticas. Posee microscopio óptico con cámara digital incorporada que posibilita obtener microfotografías de los distintos preparados histológicos humanos y de animales que luego son proyectadas en pantalla LCD o mediante cañón de proyección. Posee también notebooks con programas informáticos de diseño mediante los cuales docentes, becarios y pasantes desarrollan modelos histológicos y anatómicos digitales tridimensionales los que son presentados en la pantalla LCD para el trabajo de los estudiantes.

Los laboratorios cuentan con once microscopios ópticos que posibilitan el estudio de la Histología de manera individual pero también de a dos o tres alumnos (los grupos de estudiantes no son mayores a quince alumnos) y el desarrollo de los trabajos prácticos consiste en identificar órganos y tejidos al microscopio óptico e interpretar sus características morfológicas y funcionales. Es de destacar la calidad de los dispositivos presentes en el laboratorio (pantalla de LCD de alta definición por ejemplo) que permiten apreciar las microfotografías de los preparados histológicos, y los esquemas y fotografías anatómicos con un alto grado de detalle, favoreciendo además la interpretación y discusión grupal de las mismas.

Actividades presenciales desarrolladas con aportes de TIC

Los contenidos están organizados en siete tópicos generativos que se brindan en forma simultánea y sincronizada entre el cursado presencial y la propuesta presentada en un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA) en formato Moodle.

Las actividades de enseñanza y de aprendizaje que se realizan en forma presencial consisten en clases de coloquios mediante las cuales se presentan los temas a desarrollar con alto contenido visual mediante computadora y cañón de proyección y se promueve la participación de los estudiantes, generando preguntas, debates para la interpretación de microfotografías en el campo de la histología, y fotografías y esquemas en el campo de la Anatomía, procurando que los estudiantes logren entender la compleja relación estructura-función de órganos y tejidos y evitando que el alumno sea un mero receptor pasivo de la información aportada por el profesor.

También se desarrollan trabajos prácticos presenciales en los cuales se realiza la observación, interpretación e identificación al microscopio óptico de distintos preparados histológicos de órganos y tejidos animales o humanos. Durante estos trabajos prácticos, una vez que los estudiantes han realizado la visualización e identificación de órganos y tejidos al microscopio óptico, se realiza una puesta en común que consiste en la observación grupal de microfotografías de esos mismos preparados en pantalla LCD de alta resolución, generando debates e interpretaciones de los tejidos y órganos estudiados, destinados a promover la participación activa de los estudiantes.

En los últimos años además se han incorporado talleres de Anatomía para los estudiantes, en los que se aborda el estudio de reparos óseos y la configuración externa e interna de los diferentes órganos mediante diferentes sitios web (Fabro, Leschiutta, 2017), que los estudiantes consultan y trabajan mediante sus dispositivos móviles (notebooks y teléfonos celulares) en los que también se analizan modelos histológicos y anatómicos digitales tridimensionales de elaboración propia, mediante proyección en pantalla LCD de alta definición.

Durante los talleres realizados, los alumnos manifestaron interés en el uso de las diferentes aplicaciones utilizadas y de los diversos modelos histológicos y anatómicos de diseño propio interpretados, dando cuenta de una mejor comprensión de las estructuras anatómicas, que a partir de los materiales tradicionales impresos. La posibilidad de analizar en forma tridimensional las estructuras anatómicas estudiadas les permitió comprender la asociación entre las estructuras anatómicas y los cuerpos geométricos en tres dimensiones. Además, los estudiantes manifestaron interés por seguir investigando y conociendo acerca de estas herramientas.

Este tipo de interacción permite mejorar la asimilación de la información posibilitando que resulte mucho más concreta de lo que supone tener que imaginarla en su totalidad, de una forma más abstracta. De esta manera el acceso al conocimiento trasciende la experiencia accesible a través de las imágenes en dos dimensiones (dada por las microfotografías, esquemas anatómicos de atlas, o imágenes obtenidas mediante el microscopio óptico) para convertirse en una experiencia tridimensional (observación y análisis de modelos digitales en tres dimensiones).

Asimismo, la representación de objetos en 3D admite una exploración espacial que no permiten otros medios de representación en 2D (posibilitando por ejemplo la rotación de un órgano del cuerpo humano para ver las caras, bordes, vértices).

Tanto en los talleres como en los trabajos prácticos, se observa que el docente asume el rol de asesor o guía, respondiendo a consultas o dudas de los alumnos, intentando promover el trabajo autónomo de los estudiantes.

Asimismo, mediante sistemas de becas y de actividades de formación extracurricular en docencia los estudiantes seleccionados colaboran activamente con los profesores en la producción de nuevos materiales mediante tecnologías emergentes.

Actividades virtuales puestas en práctica con aportes de TIC

Las actividades de enseñanza y de aprendizaje que se realizan en forma presencial (mediante clases de coloquios, talleres y trabajos prácticos presenciales) se complementan con una propuesta con alto contenido visual, presentada en un campus de la asignatura en el entorno virtual de la FBCB-UNL en formato Moodle (mediante modelo b-learning).

El campus presenta en su página de inicio el cronograma de la asignatura y la bibliografía recomendada. Los contenidos presentados mediante el entorno virtual están en íntima relación con el cursado presencial y se presentan en simultáneo a dicho cursado. En cuanto a los formatos utilizados, predominan los archivos de presentación de power point, con alto contenido visual. Los recursos son elaborados por los docentes responsables del curso, a partir de imágenes extraídas de los libros recomendados por la Cátedra. También cuenta con fotografías y microfotografías de elaboración propia a partir de los materiales de que dispone la asignatura (preparados histológicos de distintos órganos y tejidos). Complementan la propuesta presentada en el

entorno virtual recursos educativos abiertos (RAE) constituidos por videos y animaciones de disecciones de distintos órganos y tejidos humanos.

Como ejemplo de actividades para favorecer el aprendizaje autónomo se encuentran las tareas que los alumnos tienen que resolver fuera de los horarios de clases, y las guías de preguntas para el estudio independiente, en los que predomina la interpretación de imágenes histológicas.

Dichas actividades tienen por finalidad que los alumnos puedan reconocer e interpretar las estructuras presentes en las microfotografías provenientes de preparados de órganos y de tejidos teñidos con distintas coloraciones. Para resolver dichas actividades los alumnos deben recurrir a la búsqueda bibliográfica y a la consulta presencial con los profesores.

En cuanto al seguimiento de los alumnos, el entorno virtual brinda un registro mediante el cual se puede apreciar la participación de cada alumno en la propuesta presentada. El mismo permite conocer el número de visitas que realizan los alumnos al entorno, así como también averiguar el recurso que consultan o que descargan.

El itinerario de trabajo es claro, organizado en módulos que presentan los distintos materiales de cada tópico generativo.

La propuesta implementada es llevada a cabo por dos docentes responsables que actúan mediando entre las clases presenciales y las actividades presentadas en el entorno virtual.

Modelo pedagógico en que se sustenta la propuesta pedagógica

La propuesta se enmarca dentro del modelo conectivista-constructivista (Bell, 2011), dado que se trata de una comunidad de enseñanza y aprendizaje en la cual se emplean herramientas digitales, utilizadas en forma combinada, que hacen posible nuevas formas de abordar los conocimientos, dentro y fuera del laboratorio.

CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación describe y analiza propuestas innovadoras que involucran la incorporación de TIC a las aulas y laboratorios en el campo de la enseñanza de las Ciencias Morfológicas.

Sobre el tema De Pro (2012) destaca la importancia del uso de las TIC para la enseñanza de las ciencias, mediante el planteamiento y realización de actividades y experiencias que las involucren de forma intencionada, progresiva y sistemática para fomentar su aprendizaje.

Teniendo presente que una de las tendencias clave de los estudiantes actuales es la disponibilidad de los dispositivos móviles, los cuales les permite acceder a la información a cualquier hora y desde cualquier lugar, posibilitando desarrollar sus actividades sin estar limitados por cuestiones de tiempo ni espacio, las innovaciones propuestas en el ámbito presentado posibilitan aprovechar sus aportes para el análisis de imágenes en dos dimensiones y modelos digitales anatómicos e histológicos en tres dimensiones de diseño propio.

El trabajo presentado permite dar a conocer metodologías que cambien las formas tradicionales de enseñar y aprender centrados en la transmisión de información, por modelos pedagógicos que promuevan el análisis, la comprensión, la interacción y la construcción del conocimiento, mediante la incorporación de las TIC a las aulas.

Bajo esta perspectiva, el concepto de innovación va más allá de una renovación de los dispositivos tecnológicos, porque implica para el docente transformar los modelos pedagógicos y sus dimensiones centrales (los objetivos, las metodologías, las prácticas) con el propósito de que los estudiantes participen activamente de la gestión, generación y apropiación del conocimiento, permitiéndoles crecer en autonomía, responsabilidad, capacidad de expresión, pensamiento crítico-analítico, compromiso ético, y en todas aquellas competencias que contribuyen a la formación integral de los estudiantes.

Logra esta finalidad exige consistencia entre cada una de esas dimensiones, pues no es coherente afirmar en las metas educativas, que el modelo pedagógico es constructivista, cuando las metodologías y las relaciones que se implementan en las clases están representadas por clases magistrales, en las cuales el docente reúne y transmite el conocimiento erudito y el estudiante actúa de forma pasiva y condicionada.

En síntesis, se aprecia que la incorporación de las TIC a las aulas y laboratorios en el caso analizado no constituye solo cambios técnicos, sino que involucran la dimensión curricular, transformando las actividades propuestas, generando el trabajo activo de los alumnos y transformando los roles docentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del PICT 2016-0594 "Investigación de propuestas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en distintos niveles del sistema educativo".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bell, F. (2011). Connectivism: its place in Theory-Informed Research and Innovation in Technology-Enabled Learning, in International Review of Research in Open and Distance Learning, 12 (3), pp. 98-118.

De Pro A. (2012) Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por lo tanto, de su enseñanza. En Pedrinaci E. (coord.) Once ideas clave: El desarrollo de la competencia científica, (pp. 171-194). Barcelona: Grao.

Fabro, A. (2015). Tesis del Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales: "Contribución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la enseñanza y los aprendizajes de las Ciencias Morfológicas".

Fabro, A.; Leschiutta, L. (2017). Realidad Aumentada para el aprendizaje de anatomía del cuerpo humano. Cuartas Jornadas de presentación de resultados de investigaciones educativas. Santa Fe, Argentina.

Gather Thurler, M. (2004). Innovar en el seno de la institución escolar. Barcelona: Grao.

Hargreaves A. (2002). Sustainability of educational change: The role of social geographies. Journal of Educational Change, 3 (3-4), 189-214.

Hargreaves, A. (2003). Enseñar en la sociedad del conocimiento. Barcelona: Octaedro.

Hargreaves, A. y Fink, D. (2006). Estrategias de cambio y mejora en educación caracterizadas por su relevancia, difusión y continuidad en el tiempo. Revista de Educación, 339, 43-58.

Hargreaves, A. y Fink, D. (2008). El liderazgo sostenible: siete principios para el liderazgo en centros educativos innovadores. Madrid: Morata.

Moreira, M. A. (2002). Investigación en educación en ciencias: métodos cualitativos. (Research in science education: qualitative methods). Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Brasil.

Pérez Serrano, G. (2003). Pedagogía Social, Educación social: Construcción científica e intervención práctica. Madrid: Narcea.

Popkewitz, T. (2012). Paradigm and Ideology in Educational Research. The Social functions of the intellectual. Routlege Library Edition.

Zagastizábal, M. A. y Perlo, C. (2006). La investigación-acción como estrategia de cambio en las organizaciones. Buenos Aires: Editorial Stella. La Crujía Ediciones.

S4 Cosmogramas como innovación para establecer relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en la universidad

Marina Masullo y Leticia Garcia Romano

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. E-mail: marina.masullo@unc.edu.ar / leticia.garcia@unc.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo es una innovación que tiene por objetivo que los estudiantes resuelvan y discutan relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad a partir de una viñeta y/o un artículo periodístico. Dicha estrategia se denomina cosmograma, está basada en los conceptos de Bruno Latour y consiste en que los alumnos reconozcan diferentes actores, sus finalidades y cómo los cursos de acción se ven modificados cuando la situación tiene lugar. Este análisis se plasma en un esquema bidimensional. En este contexto se aplicó una rutina de pensamiento en Epistemología y Metodología de la Ciencia, asignatura de primer año de la carrera de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Se analizaron las producciones de los estudiantes en cuanto a los niveles de argumentación alcanzados y los resultados son expuestos en este trabajo.

Palabras clave: Innovación, Enfoque CTS, Epistemología, Metodología de la Ciencia, Argumentación

FUNDAMENTOS

Echeverría (2015) propone que "…a finales del siglo XX ha surgido una nueva modalidad de ciencia, la tecno-ciencia, que presenta dimensiones tecnológicas, económicas, políticas, empresariales e incluso militares, aparte de las propiamente científicas", en el mismo sentido Latour (2012, p. 109) dice "…las ciencias y las técnicas despiertan amores y aborrecimientos porque se presentan como disciplinas demasiado autónomas. Para la mayoría de las personas, no vale la pena interesarse en ellas precisamente porque no tienen relación con la vida cotidiana, la cultura, los valores, las humanidades, las pasiones políticas, en suma, todo lo que les interesa de verdad. A fuerza de ser autónomos, aquellos campos se han vuelto cuerpos ajenos".

La epistemología clásica de buena parte del siglo XX deja fuera las relaciones entre ciencia, sociedad y tecnología. Las materias disciplinares básicas de las carreras científicas (física, química, biología) suelen centrarse en el contenido estrictamente disciplinar en detrimento del contexto en que esos conocimientos han sido construidos y de los vínculos que se establecen entre conocimiento y aspectos sociales. Esto está en línea con Morin (1990, p. 10) quien argumenta que "el conocimiento científico fue concebido durante mucho tiempo, y aún lo es a menudo, como teniendo por misión la de disipar la aparente complejidad de los fenómenos, a fin de revelar el orden simple al que obedecen. Pero si los modos simplificadores del conocimiento mutilan, más de lo que expresan, aquellas realidades o fenómenos de los que intentan dar cuenta, si se hace evidente que producen más ceguera que elucidación, surge entonces un problema: ¿cómo encarar a la complejidad de un modo no-simplificador?". A través de esta innovación se pretende poner en el tapete una situación que es mucho más compleja de lo que aparenta.

El diseño de cosmogramas ha sido pensado como una estrategia didáctica para que los estudiantes puedan pensar y "hacer visible" las múltiples relaciones entre los conocimientos científicos y su incidencia en la sociedad (se retoma la concepción de hacer visible el pensamiento de Ritchhart, Church y Morrison, 2014). Un cosmograma es una representación bidimensional (sobre una hoja de papel) de una situación que ocurre en un espacio multidimensional. Además del diseño, lo importante es la reflexión que el estudiante realice sobre los vínculos y relaciones que encuentra. La estrategia es muy útil para aplicarse en grupos numerosos de estudiantes que se dividen en grupos pequeños para luego contrastar los cosmogramas, favoreciendo el metaanálisis, permitiendo tomar conciencia de lo que se dice y por qué.

Los cosmogramas se convierten en una estrategia metodológica que acerca a las ciencias y las tecnologías a la vida cotidiana, mostrando cuán presentes están a nuestro alrededor. Lograr reunir las ciencias y las técnicas con lo cotidiano requiere de "un proceso de traducción" (Latour, 2012), en el que es necesario reconocer cada uno de los cursos de acción que tienen lugar y transcurren de manera simultánea. Así un curso de acción permite reconocer "un actor" y su "finalidad o propósito" que se verá interrumpido por algún acontecimiento (otro curso de acción) obligando a realizar un "rodeo o paso al costado"

Veamos el ejemplo que plantea Bruno Latour:

"Hierón recorría su camino derechamente, el camino de los príncipes habituados a los arcanos del poder, pero no veía cómo sobrevivir al invasor romano (ver en esquema 1: flecha en línea de puntos). Ese era su mayor objeto de preocupación. Aparece Arquímedes, quién le propone una nueva versión, una nueva traducción de esa inquietud. ¿Cómo es presentado el problema de Hierón desde la perspectiva de un físico? «Ud. no podrá defender Siracusa- por lo tanto, completar su curso de acción – salvo que acepte dar un paso al costado – es decir, un rodeo- pasando por mis investigaciones en geometría y estática» (etapa 2; 3 y 4). Entre Hierón y su meta, Arquímedes le propone desviar su camino y aceptar sus ideas sobre la física de las máquinas de asedio" (Latour, 2012, p. 33). Lo anterior se puede representar tal como se presenta en la Figura 1.

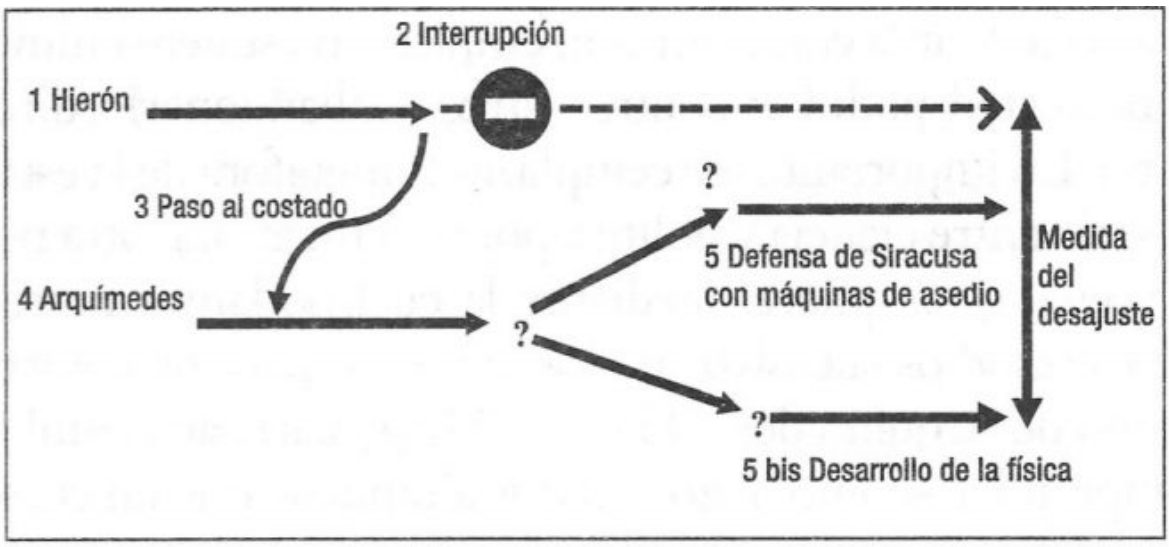


Figura 1. Ejemplo del proceso de traducción (Tomado de Latour, 2012).

La ventaja de este esquema es que la ciencia y la política no son dos conjuntos separados. Hay dos tipos de actividades que, a grandes rasgos, van en la misma dirección y cuyos recorridos van a "entreverarse y a desenredarse con el correr del tiempo" (Latour, 2012, p. 34). De este modo, el conjunto de cursos de acción que se pueden reconocer a partir de una viñeta o un artículo periodístico se denomina "composición" (Figura 2).

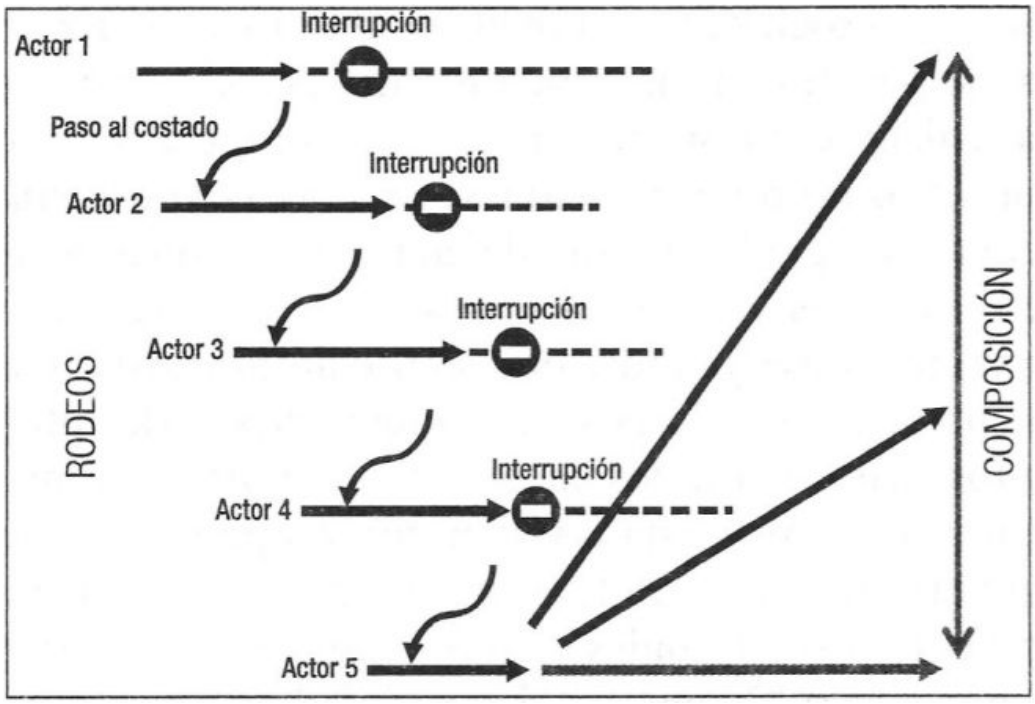


Figura 2. Representación general de un cosmograma (Tomado de Latour, 2012).

En los acontecimientos cotidianos, cada evento (artículo periodístico, un anuncio publicitario, una viñeta), una composición de varios cursos de acción, en palabras de Latour (2012) se parece a un hojaldre.

Las diferentes capas se multiplicarán, cada una correspondiente a un curso de acción diferente precedido y seguido por numerosos rodeos. Cada rodeo modifica el objetivo inicial, y compone una acción colectiva. Con

esta sucesión de rodeos y encastres, la cuestión de saber quién es el responsable del movimiento se torna complejo.

A modo de ejemplo y en el marco de la asignatura "Epistemología y Metodología de la Ciencia", de la licenciatura en Biología se implementa una innovación que busca fomentar tanto el conocimiento en torno a la naturaleza de las ciencias como el pensamiento crítico de los estudiantes (Cobo Huesa, Abril Gallego y Romero Ariza, 2019). La estrategia consta de dos partes, en la primera se solicita el diseño del cosmograma a partir del siguiente artículo periodístico publicado en el diario El País (Figura 3). En la segunda parte se comparten los cosmogramas con el grupo clase y se discuten los actores tenidos en cuenta, sus cursos de acción, los pasos al costado. Siendo en esta segunda parte en la que los estudiantes reflexionan sobre los acuerdos y desacuerdos con los otros cosmogramas.

ARGENTINA

Guerra entre la soja y los bosques en el norte de Argentina

La ley que los protege los árboles nativos cumple diez años sin resultados contra la frontera agrícola

Una topadora limpia un bosque en la provincia de Salta. GREENPEACE

La Ley de Bosques es el principal instrumento de política publica del que se vale Argentina para conservar sus bosques. Antes de la sanción, se desmontaban a razón de 300.000 hectáreas por año. Ese número disminuyó en forma notoria durante los últimos tres años: 190.589 hectáreas en 2014; 157.947 hectáreas durante 2015; y 136.473 hectáreas en 2016. Con todo, Argentina permanece entre los diez países que más árboles talaron en el último cuarto de siglo, con 7,6 millones de hectáreas de bosques nativos. La misma superficie que toda República Checa.

Figura 3: Fragmento de la nota periodística publicada en el siguiente enlace https://elpais.com/internacional/2018/01/05/argentina/1515168727_048792.html

Principales resultados de la innovación

Las figuras 4, 5, 6 y 7 permiten ejemplificar cómo los estudiantes reconocen diferentes actores y cursos de acción en el marco de la problemática planteada en el artículo periodístico. Del análisis de los ejemplos propuestos también emerge la diversidad de argumentos y formas de representar la situación.

En algunos casos, se le atribuye a la ciencia y la tecnología un único interés (Figura 5 y 6) mientras en otros se

problematiza la situación asignando más de un interés (Figuras 4 y 7). Algo similar ocurre con el estado/gobierno en el cual los estudiantes reconocen intereses económicos (Figuras 4, 5, 6 y 7) pero también enmarcan allí la posibilidad de actuar de acuerdo a la ley de bosques (Figuras 4 y 7).

Respecto de los intereses que reconocen los estudiantes, algunos de ellos están explícitos en la nota periodística mientras que otros implican un conocimiento más profundo de la situación por parte de los alumnos. Un ejemplo de esta situación es que señalan que la ciencia y la tecnología aportan valor sobre el cuidado de la flora nativa (Figuras 4, 6 y 7) e indican que se han realizado modificaciones genéticas que benefician ciertos cultivos (Figura 7), cuestiones no explícitas en el artículo.

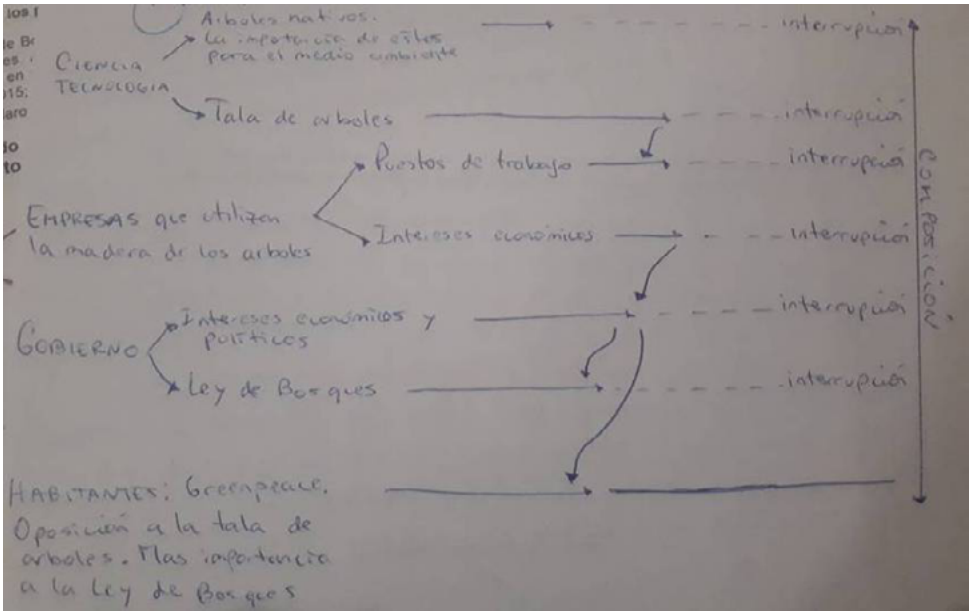


Figura 4. Cosmograma elaborado por un grupo de estudiantes.

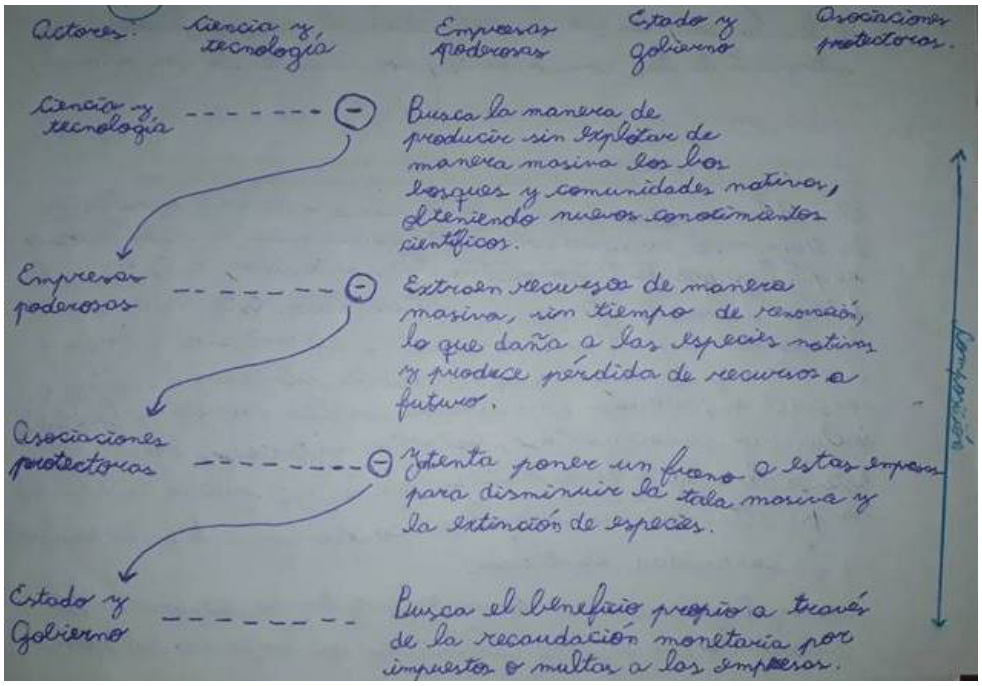


Figura 5. Cosmograma elaborado por un grupo de estudiantes.

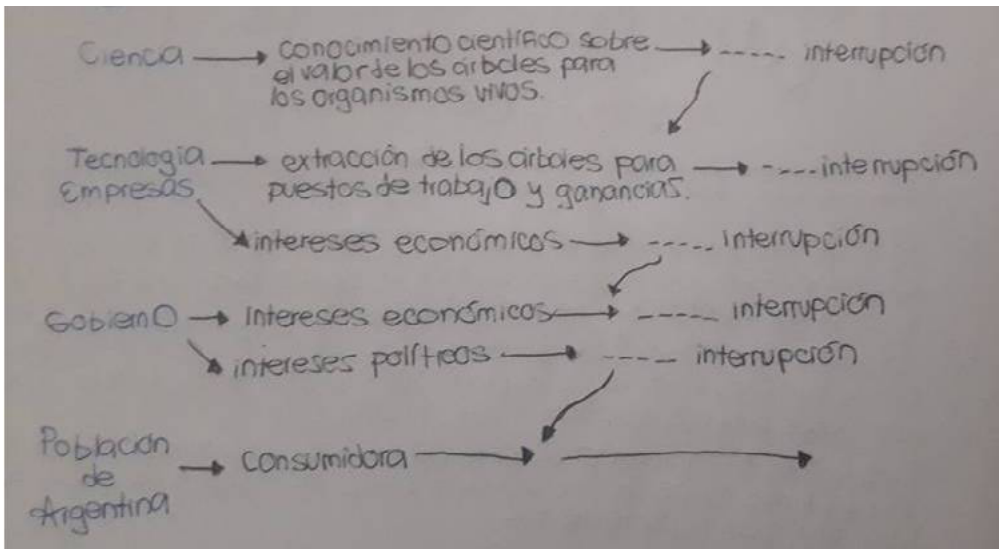


Figura 6. Cosmograma elaborado por un grupo de estudiantes.

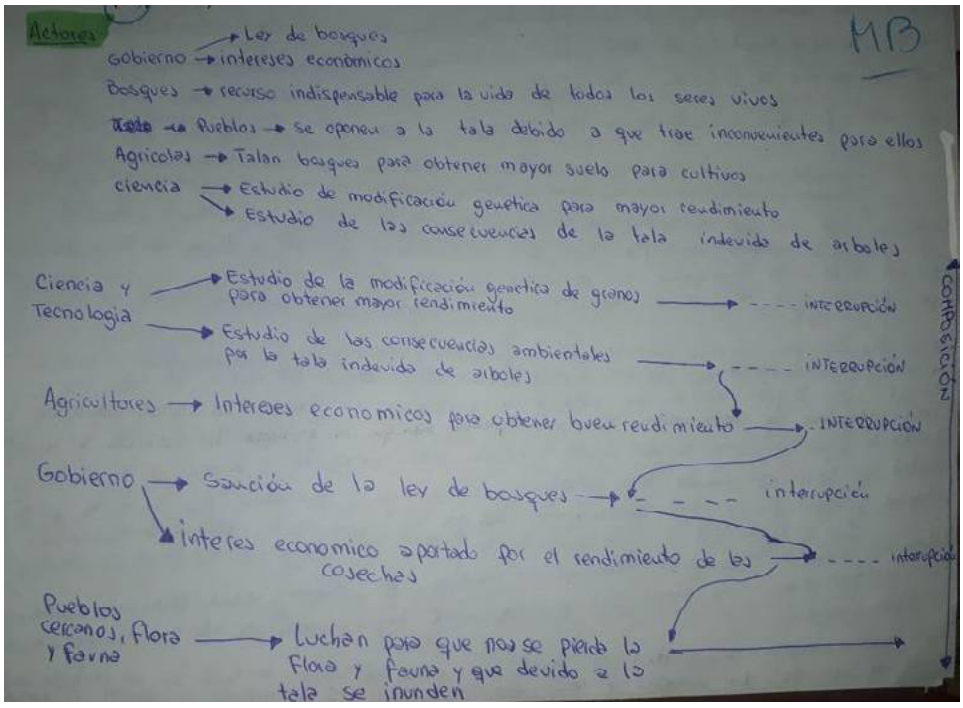


Figura 7. Cosmograma elaborado por un grupo de estudiantes.

CONCLUSIONES

A través de esta innovación, los estudiantes reconocen distintos actores y cursos de acción que tienen lugar en una situación determinada y es en la comparación entre cosmogramas que se pueden reconocer rodeos y pasos al costado que en una primera instancia no fueron tenidos en cuenta, permitiendo ver las vinculaciones que establecieron entre los actores y favoreciendo la ampliación de sus argumentos y conocimiento sobre una situación.

Además, los cosmogramas y la discusión posterior visibilizan un entramado que va más allá de lo que se lee en la nota periodística evidenciando la complejidad de los acontecimientos. También se reflexiona sobre las limitaciones que tiene un diseño bidimensional para "mostrar" rodeos y pasos al costado.

Actualmente se está trabajando en un instrumento que les permita a los estudiantes, evaluar el cosmograma que han construido. En definitiva, la estrategia pretende dar cuenta de la dificultad del pensamiento complejo, en palabras de Morin (1990, p. 33): "se debe afrontar lo entramado (el juego infinito de inter retroacciones) la solidaridad de los fenómenos entre sí, la bruma, la incertidumbre, la contradicción".

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la SECyT-UNC por el subsidio otorgado para la realización de la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cobo Huesa, C., Abril Gallego, A. M. y Romero Ariza, M. (2019). Propuesta didáctica en la formación de profesorado para trabajar naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico. Ápice. Revista de Educación Científica, 3(1), 15-28. Recuperado de https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4630

Echevería Ezponda, J. (2015). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de las tecno-ciencias e innovaciones. Revista CTS, 28 (10), 109-119. Recuperado de http://www.revistacts.net/volumen-10-numero-28

Latour, B. (2012). Cogitamus: Seis cartas sobre las humanidades científicas. Buenos Aires: Paidós.

Morin, E. (1990). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa.

Ritchhart, R., Church, M. y Morrison, K. (2014). Hacer visible el pensamiento. Cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes. Buenos Aires: Paidós.

S5 Una propuesta innovadora de enseñanza con perspectiva CTS para la enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel primario

Porcel de Peralta, Mauro y Odetti, Héctor

Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Email: mauropdp@yahoo.com.ar

RESUMEN

La astronomía atrae la atención de todas las edades, lo que la convierte en una disciplina ideal para generar lazos entre la comunidad educativa, las familias y las instituciones. Se presenta una propuesta de trabajo entre docentes del Sexto Grado de Educación Primaria de la ciudad de Santa Fe (Argentina), la Biblioteca Escolar, las familias de los estudiantes y el Centro de Observadores del Espacio (CODE). Se realizaron observaciones no participantes, registros fotográficos/fílmicos y entrevistas al responsable del CODE y docentes. Al finalizar la propuesta, las maestras entregaron a las familias encuestas diseñadas ad-hoc. El análisis de los datos e interpretación de los resultados de los diferentes momentos en la labor investigativa se hizo operativo a través de la triangulación de estos. En la actual sociedad del conocimiento, el escenario educativo se ha ampliado y la escuela sola no puede satisfacer todas las necesidades de formación de los ciudadanos, haciendo de este tipo de propuestas una alternativa, donde se fortalecen los lazos entre los participantes.

Palabras clave: Innovación; Enfoque CTS; Enseñanza de la Química.

INTRODUCCIÓN

En la actual sociedad del conocimiento, el escenario educativo se ha ampliado y la escuela sola no puede satisfacer todas las necesidades de formación de los ciudadanos. Propuestas de trabajo conjunto con instituciones y la familia constituyen una alternativa, donde además se fortalecen los lazos entre la comunidad educativa y la sociedad (Bolivar, 2006). Estas propuestas deben ser consideradas desde el momento de la planificación de las actividades.

La Astronomía es una ciencia que despierta interés en personas de todas las edades debido a la curiosidad que provoca los fenómenos astronómicos. Además, varias disciplinas tienen su punto de intersección con la astronomía, ya que no solo se la puede estudiar desde un la física y las ciencias naturales, sino que también está ligada a las pueblos antiguos, por lo que guarda relación con la historia, los mitos y las leyendas de las culturas ancestrales (Sierra Orduz, Vega Vargas y Pacheco Serrano; 2006). Particularmente, la cultura griega ha identificado y nombrado algunas de las constelaciones en concordancia a sus mitos.

En este trabajo se presenta una proyecto entre docentes del sexto grado de educación primaria y la biblioteca escolar, las familias de los estudiantes y el Centro de Observadores del Espacio de Santa Fe (CODE), un análisis de las repercusiones que tuvo en los familiares y su concordancia con las actuales legislaciones educativas y una reflexión sobre posibles mejoras.

METODOLOGÍA

Este trabajo fue realizado en una institución de educación primaria pública de la ciudad de Santa Fe, Argentina. El personal de la escuela comprometido con el proyecto fueron maestras, directivos, bibliotecaria y personal administrativo.

El proyecto se llevó a cabo en cooperación con el Centro de Observadores del Espacio de Santa Fe, institución que desde 1965 se dedicada al aprendizaje, enseñanza y divulgación de la astronomía y sus ciencias afines. El edificio donde funciona el CODE posee un observatorio y un museo municipal.

Para este estudio de caso se decidió realizar un abordaje cualitativo para analizar la realización de la propuesta. Se solicitó a las docentes el manuscrito del proyecto, y se realizaron observaciones no participantes, registros fotográficos/fílmicos y entrevistas al responsable del CODE y docentes.

En Argentina, los docentes de nivel primario deben considerar los núcleos de aprendizajes prioritarios (NAP) al momento de realizar sus planificaciones. Los NAP fueron acordados por el Consejo Federal de Cultura y Educación en el 2004 (Resolución N° 214/04) con el objetivo de disminuir las brechas educativas ante un panorama sumamente heterogéneo y fragmentado. Los NAP se establecen como un conjunto de saberes significativos, relevantes y fundamentales que contribuyen a desarrollar, construir y ampliar posibilidades sociales, experienciales y cognitivas que los niños ponen en juego en la escuela, enriqueciendo sus experiencias (Ministerio de Educación, 2004). Por otra parte, atendiendo a la necesidad de educar para que los estudiantes puedan aprender a vincular los saberes en ciencias, la cultura y las experiencias, el Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe estableció en 2016 los Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos (NIC), de manera de abordar la enseñanza considerando el contexto y realizando un abordaje interdisciplinario (Ministerio de Educación de Santa Fe, 2016).

Con el objetivo de realizar un análisis crítico de la propuesta se analizaron documentos oficiales de los NAP y los NIC, contrastándolos con lo propuesto.

Sumado a este análisis, se efectuó un análisis cuantitativo de la opinión de las familias que asistieron a la propuesta, basándonos en un instrumento elaborado por las docentes (n=10 encuestas). En la Tabla 1 reproduce la encuesta entregada a las familias al finalizar la propuesta.

¿Qué les pareció la propuesta pedagógica que brindó la escuela-CODE-familia?	Excelente	Muy Buena	Buena	Satisfactoria
¿Cómo valoran la experiencia familia-escuela?	Excelente	Muy Buena	Buena	Satisfactoria
¿Cómo califican la propuesta ofrecida por el CODE?	Excelente	Muy Buena	Buena	Satisfactoria
¿Qué se aprendió de nuevo?				
¿Los temas abordados les resultan interesantes?	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Satisfactorio
¿Cuáles gustaron más?				
¿Qué se podría agregar a la actividad para mejorarla? ¿Consideran que faltó algo? ¿Qué?				
¿Qué otras actividades nos sugieren para que implementemos en nuestra practica educativa y que sea interesante para nuestros niños?				
¿Qué mensaje pueden dejar para la escuela?				

Tabla 1. Encuesta sobre apreciaciones del proyecto para ser completada por las familias.

RESULTADOS

Para poder analizar la complejidad del desarrollo del proyecto, resulta necesario considerar las etapas anteriores y posteriores a su desarrollo. Para la mejor comprensión, se decidió presentar la propuesta en tres etapas: desarrollo, ejecución y evaluación.

Sobre el desarrollo del proyecto: la experiencia se diagramó como parte de un trabajo interdisciplinar entre la docente del área de Ciencias Sociales y la de Ciencias Naturales y Exactas. El plan de trabajo se estableció en el marco de la alfabetización científica, atendiendo al enfoque en la enseñanza de las ciencias por indagación, apuntando al desarrollo de competencias como la observación, la descripción, la experimentación, la capacidad de hipotetizar, de explicar, de seleccionar, validar y comunicar la información, entre otras.

En la entrevista con las docentes, ellas comentaron que la planificación del proyecto no surgió cuando realizaron su plan anual, sino que fue producto de reuniones para tratar de encontrar puntos de trabajo en común, sobre todo considerando que los estudiantes del curso eran ávidos en conocimientos y curiosos. Decidieron entonces formular la propuesta rompiendo con las estructuras convencionales de tiempo-espacio y agrupamientos, ya que para concretar dicha situación pedagógica los diferentes actores - familias, docentes, personal directivo , asistentes escolares y profesionales del CODE- deberían asistir a la escuela en un horario no habitual (vespertino-nocturno). El desafío de la propuesta provenía además de que no existían antecedentes en la institución de cambios de horarios, lo que conllevaba a una serie de desafíos.

Semanas antes los alumnos estudiaron en clases sobre mitos y leyendas como parte de la asignatura Lengua y al Sistema Solar en Ciencias Naturales. En el blog de la biblioteca escolar se publicó un libro de mitos griegos para descargar (http://bibliotecadelaescuela6.blogspot.com/2019/06/mitos.html) y una aplicación interactiva sobre héroes, dioses y criaturas de la mitología griega; que incluía un juego para evaluar lo aprendido (http://bibliotecadelaescuela6.blogspot.com/2019/07/mitos-friegos.html).

Finalmente, se realizó un cambio de horario escolar los directivos realizaron los trámites necesarios de para los seguros y el uso del edificio institucional.

Sobre la ejecución del proyecto: los estudiantes asistieron con su familia al salón de actos, donde, guiados por las docentes, explicaron a sus familiares que son mitos y leyendas, las características de cada uno y sus diferencias. A continuación se presentó el blog de la biblioteca y se realizó una exposición del mito de la constelación de Géminis, con el que se trabajaría más tarde. Se repartió luego una copia del mismo a las familias junto a consignas para trabajar. Consistían en realizar un análisis comprensivo del texto (área Lengua), establecer árboles genealógicos de los protagonistas del mito y el propio, y analizar las conductas de los protagonistas del relato (área Formación Ética y Ciudadana). Para finalizar se realizó una discusión en conjunto y una reflexión de cierre.

El acto continuó en el patio de la institución, donde personal del CODE realizó una charla sobre la actual situación de la institución, el reciente eclipse solar (Ingrassia, 2019), generalidades sobre el sistema solar y la observación de los astros y el uso de los programas Celestia y Sky, disponibles en las netbooks del programa Conectar Igualdad (Télam, 2012). Para cerrar se montó un telescopio para efectuar observaciones del cielo nocturno.

Sobre la evaluación posterior: de las encuestas entregadas para responder en familia (nueve respuestas).

Las mayorías de las familias calificaron la propuesta de trabajar juntos a la participación del CODE como algo muy bueno (4 de 9) o excelente (5 de 9), con una calificación idéntica para valorar la propuesta del CODE. En cuanto al trabajo en familia, seis de las diez comentaron que les parecía excelente, mientras que las restantes opinaron que fue muy bueno. Las respuestas en cuanto al interés de los temas revelaron que los consideraron muy interesantes (seis de nueve respuestas).

Para analizar lo que aprendieron, se agruparon las once respuestas obtenidas en tres categorías. En cuanto a las respuestas de *cuestiones relacionadas con las estrellas* (por ejemplo: "aprender cómo se contaban las estrellas en la antigüedad") se contabilizaron tres comentarios; sobre *información general sobre fenómenos astronómicos y planetas* (por ejemplo: "que Júpiter tiene cuatro lunas") se contabilizaron cuatro comentarios; y sobre *información referente a la observación con telescopios* (por ejemplo: "que podemos observar todos los días a Júpiter y a Saturno, y en verano a Marte") también fueron cuatro.

En cuanto a lo que más les gusto, la mayoría de los comentarios (7 de 16) tenían que ver con los contenidos desarrollados en la charla del personal del CODE. Le sigue la observación empleando el telescopio (5 de 16), el trabajo en familia (2 de 16) y trabajar con mitos (2 de 16).

Para analizar las sugerencias de mejoras se las categorizaron las diecisiete respuestas obtenidas en cinco categorías. Lo más sugerido fue *mejorar el manejo del tiempo* de cada actividad (5 de 17), sin embargo, las respuestas no coinciden en cuanto a cual actividad debería tener más tiempo para su desarrollo. Le siguen ofrecer más opciones lúdicas y sugerencias que no son accesibles a los docentes (como "observar más planetas"), en ambos casos se obtuvieron 4 de 17 comentarios. Tres respuestas apuntaron a una mejora de las presentaciones de diapositivas (por ejemplo "agregar una cortina musical a la presentación") mientras que dos respuestas apuntaron a que la actividad esta perfecta tal como fue presentada. Las únicas sugerencias de temas para desarrollar fueron la metamorfosis y la Educación Sexual Integral.

Finalmente, todas las familias coincidieron en agradecer la propuesta y el esfuerzo que significa a la institución y a docentes para llevarla adelante, además de pedir que sigan con actividades extracurriculares de este tipo.

Análisis de la pertinencia del proyecto respecto a los NAP y NIC: el proyecto se adapta a lo establecido por los NAP, cuyos contenidos establecen que para el sexto grado de la educación primaria los alumnos deben realizar "La lectura (comprensión y disfrute) de obras literarias de tradición oral (relatos, cuentos, mitos, fábulas, leyendas, parábolas, romances, coplas, entre otras)" (Ministerio de Educación, 2004 pp. 45); mientras que en ciencias naturales debían estudiar "la descripción de los cuerpos que integran el Sistema Solar" (Ministerio de

Educación, 2004 pp. 61). Respecto a lo establecido por los NIC, uno de estos establece a "El Universo" como uno de los ejes para poder abordar desde de manera interdisciplinar (Ministerio de Educación de Santa Fe, 2016 pp. 181-197)

CONCLUSIONES

La propuesta fue interesante como innovación educativa. Resulto ser bien recibida por las familias y los estudiantes, permitiendo ser actores activos en la educación. Sumado a esto, posibilito la difusión de un espacio de formación no formal disponible de manera pública, y permitió interiorizar a la comunidad del CODE.

Si bien la propuesta es interesante, podría mejorarse considerando la cultura aborigen local, ya que no solo estaría más relacionada con los estudiantes, sino que también la constelación a observar podría ser visible (la constelación de los Géminis solo es visible en el hemisferio norte).

En sus orígenes, la provincia de Santa Fe fue territorio habitado por grupos de nativos organizados en tribus: Tobas, Guaraníes, Mocovíes, Pilagás, Guaycurúes, Querandíes, Abipones, Timbúes, Quiloazas, Mocoretás y Corondas. Estos pueblos originarios eran nómades y su economía de supervivencia era la caza, la pesca y la recolección de fruto. Algunas de estas comunidades tenían una rica mitología que pudo ser estudiada por algunos antropólogos. El caso más notable es el de Roberto Lehmann Nitsche, quien documento los mitos astronómicos de los Mocovíes y Tobas (1923; 1924a; 1924b). Una adaptación de estos documentos podría ser útil para una próxima experiencia. Sumado a eso, pueden incorporarse las sugerencias de los familiares, para tornar más dinámica la jornada.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se encuentra financiado bajo el PICT 2016-0594 "Investigación de propuestas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en distintos niveles del sistema educativo".

BIBLIOGRAFÍA

Bolívar, A. (2006). Familia y escuela: dos mundos llamados a trabajar en común. Revista de educación, 339(1), 119-146.

Ingrassia, V. (1 de julio de 2019) Eclipse solar 2019 en Argentina: horario, cómo y dónde verlo mejor. Infobae. Recuperado de https://www.infobae.com/salud/ciencia/2019/07/01/eclipse-solar-2019-en-argentina-horario-como-y-donde-verlo-mejor/

Lehmann-Nitsche, R. (1923). Mitología sudamericana VI. La astronomía de los tobas. Revista del Museo de la Plata, 27, 267-285.

Lehmann-Nitsche, R. (1924a). Mitología sudamericana VII. La astronomía de los mocovíes. Revista del Museo de la Plata, 28, 66-79.

Lehmann-Nitsche, R. (1924b). Mitología sudamericana X. La astronomía de los tobas [Segunda parte]. Revista del Museo de la Plata, 28, 181-209.

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina (2004). Núcleos de Articulación de Contenidos para el Segundo Ciclo de la Educación General Obligatoria. Argentina. Recuperado de http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL000972.pdf

Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2016) Núcleos Interdisciplinares de Contenido: Documento de Desarrollo Curricular para la Educación Primaria y Secundaria. Argentina. Recuperado de: https://plataformaeducativa.santafe.gov.ar/moodle/pluginfile.php/327633/mod_resource/content/1/

NIC%201.pdf

Sierra Orduz, E.; Vega Vargas, W. y Pacheco Serrano, A. (2006) La enseñanza de la astronomía como actividad extracurricular en la educación básica. Revista de la Sociedad Colombiana de Física (4). 1431-1434.

Télam (5 de junio de 2012) Educ.ar presentó una guía de herramientas para las netbooks de Conectar Igualdad. Télam. Recuperado de: https://www.telam.com.ar/notas/201206/13660-educar-presento-una-guia-de-herramientas-para-las-netbooks-de-conectar-igualdad.php

S6 Desarrollo y utilización de una herramienta innovadora para la enseñanza de la nomenclatura de los compuestos orgánicos

Juan Manuel Rudi[1], María Silvina Reyes[2] y Silvia Porro[3]

[1]Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral, [2]Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral, [3]Departamento de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes. E-mail: jmrudi@fbcb.unl.edu.ar

RESUMEN

La docencia universitaria tradicional se ha caracterizado por ser netamente transmisiva, donde el profesorado dicta clases magistrales y el alumnado incorpora conceptos, para luego ser examinados en una instancia de evaluación. La realidad actual indica que estamos en presencia de una generación que ha crecido junto a la tecnología y este nuevo contexto fomenta la necesidad de revisar las prácticas educativas vigentes, con el objetivo de estimular la curiosidad, la motivación y la capacidad creativa del estudiante universitario. En este sentido, se desarrolló una aplicación informática que cuenta, de manera interactiva, contenidos relacionados a la nomenclatura de los compuestos orgánicos. La misma fue utilizada en clases de Química Orgánica de carreras universitarias relacionadas a las Ciencias Experimentales, observándose la interacción del profesorado y del estudiantado con la misma.

Palabras clave: Innovación, Aprendizaje móvil, Nomenclatura de compuestos orgánicos, TIC.

INTRODUCCIÓN

La adquisición de conocimientos por parte de una persona, mediante el cumplimiento de pautas educativas que son consideradas como primordiales para la formación académica del estudiantado, es uno de los propósitos más importantes de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (De la Torre Navarro y Domínguez Gómez, 2012). Para poder desempeñar con éxito los mismos dentro del aula, es necesario que exista una interacción adecuada entre tres elementos que integran, desde el punto de vista educativo, el denominado "triángulo didáctico", y que son el contenido que es objeto de enseñanza y aprendizaje, la actividad educativa del profesorado y la actividad de aprendizaje del alumnado (Coll, Onrubia y Mauri, 2007).

Es usual observar en las aulas universitarias el desarrollo de clases magistrales, en donde el profesorado, valiéndose de la bibliografía básica de la asignatura, expone sus conocimientos y el estudiantado, en una actitud totalmente receptiva, incorpora los conceptos, para finalmente ser examinado en una instancia final de evaluación (Ausín, Abella, Delgado y Hortigüela, 2016). La enseñanza impartida en este tipo de sistema educativo es netamente transmisiva, sin detenerse a analizar si los contenidos, muchas veces irrelevantes con relación a los intereses y necesidades actuales, fueron comprendidos e incorporados correctamente por el estudiantado, como así tampoco sin reflexionar si se ha logrado estimular el pensamiento crítico, conociendo la importancia que tiene éste para el desarrollo de las competencias básicas en ciencia y tecnología, además de ser considerado como una de las grandes finalidades de la educación científica (Blanco López, España Ramos y Franco-Mariscal, 2017). En la actualidad, las universidades están recibiendo a una generación de estudiantes que ha crecido junto a la tecnología, denominados por Prensky (2001) como "digital natives", y que ha adoptado el lenguaje digital de las computadoras, los teléfonos celulares, Internet, los correos electrónicos y las redes sociales. El estudiantado ha desarrollado nuevas habilidades para superar con éxito las diferentes etapas del aprendizaje, lo que ha obligado al profesorado a generar estrategias nuevas de transmisión de contenidos tendientes a superar la crisis actual percibida en la enseñanza de las ciencias, y que algunos autores atribuyen a los currículos recargados, aburridos y pocos relevantes, al profesorado poco innovador al momento de aplicar una metodología de enseñanza y al fuerte contraste existente entre los libros de texto y la tecnociencia observada en nuestros días (Vázquez Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero Mas, 2005). En consonancia con lo anterior, De Longhi (2005) plantea la necesidad de revisar las planificaciones y las prácticas educativas vigentes y de proponer nuevas metodologías de enseñanza que tengan por objetivo, a través de la implementación de diseños curriculares dinámicos y flexibles, promulgar una innovación a nivel educativo que impliquen el desarrollo de alternativas de enseñanza superadoras a las tradicionales o habituales, y que estimulen la curiosidad, la motivación y la capacidad creativa del estudiantado universitario, facilitando así los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son herramientas ampliamente aceptadas en nuestra sociedad actual, que facilitan el tratamiento y la transmisión de la información, y que pueden ser utilizadas para la elaboración de materiales didácticos, aunque de ninguna manera constituyen un modelo educativo. Conforman un conjunto de recursos didácticos, que pueden presentarse de diferentes maneras y con diversos enfoques (Valverde Crespo, González Sánchez y de Pro Bueno, 2017), y que facilitan el aprendizaje y el desarrollo de habilidades por parte del alumnado, al favorecer el pensamiento crítico y reflexivo a medida que éste interactúa con ellas (Hernández, Rodríguez, Parra y Velázquez, 2014). La mayoría de las investigaciones en este área han estudiado de qué manera el empleo de las TIC contribuye a los procesos de construcción del conocimiento, analizando, en este nuevo contexto metodológico, las relaciones que se establecen entre los componentes del triángulo didáctico antes mencionado y los factores que influyen sobre el mismo (Muñoz-Repiso y Tejedor, 2017; Torres, 2018). El solo hecho de incorporar herramientas tecnológicas a las prácticas pedagógicas no garantiza el éxito de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sino que requiere de una revisión crítica de los contenidos a enseñar y objetivos del aprendizaje, de la voluntad del profesorado para modificar sus actividades tradicionales y de la aceptación de estas nuevas modalidades de trabajo por parte del estudiantado en base a sus necesidades (Concari, 2014). La postura de los docentes, y principalmente la

intencionalidad y actitud positiva hacia el uso de estas tecnologías es un factor fundamental, no solo para su inclusión en el contexto educativo sino también para aprovechar el potencial de las TIC (Saéz López, 2010).

La asignatura Química Orgánica es uno de los pilares del ciclo inicial en carreras de grado relacionadas a las Ciencias Experimentales y su enseñanza usualmente requiere de la utilización de imágenes y modelos moleculares para facilitar la comprensión de los conceptos. En los últimos años, algunas investigaciones han comenzado a utilizar diferentes TIC para la enseñanza de esta asignatura en el nivel superior y han analizado el impacto producido por las mismas (Hernández Rangel, Alvarado Martínez, Teherán y León, 2013; Valbuena-Rodríguez y Navarro-Ramírez, 2016; Castillo, Ramírez y Ferrer, 2017; Delletesse, Nesprias y Eyler, 2019).

La Universidad Nacional del Litoral (UNL) cuenta con diecisiete carreras de grado y cuatro tecnicaturas en donde esta asignatura forma parte del currículo, y en algunos casos es una asignatura de primer año que debe ser cursada por estudiantes con pocos antecedentes en el área de la Química. Esta situación puede ser uno de los causales del bajo rendimiento observado durante el cursado de Química Orgánica, obligando al alumnado, en algunos casos, a volver a cursar la asignatura en más de una oportunidad, con el consiguiente desmedro en su rendimiento académico y que muchas veces puede llevarlo al abandono de sus estudios universitarios.

Frente a este escenario, el propósito principal de este trabajo es desarrollar una aplicación informática que amalgame un contenido importante de la Química con metodologías de enseñanza dinámicas que promuevan el interés de aprender en el estudiantado, para finalmente evaluar su impacto mediante la observación de clases en donde esta nueva herramienta didáctica sea utilizada.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para llevar a cabo esta investigación es de tipo cualitativa.

Se trabajó con el estudiantado de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina), quienes expresaron su consentimiento a participar de esta investigación.

Se utilizó una aplicación informática desarrollada para tal fin, de fácil descarga y utilización, que cuenta, de manera interactiva, con conceptos teóricos relacionados a la nomenclatura de los compuestos orgánicos y ejercicios resueltos, para que los mismos puedan ser utilizados por el alumnado en el momento necesario. El sistema se desarrolló con el lenguaje de programación Java junto al entorno de desarrollo integrado (IDE) Android Studio. La aplicación permite ser instalada en cualquier teléfono móvil con sistema operativo Android con versión Jelly Bean o superior (+4.1).

Para la validación de la herramienta informática, y adaptando la propuesta de Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008), se recurrió a la opinión de personas expertas en el campo de la Química Orgánica, de la Informática y de la Didáctica de la Educación, quienes otorgaron un puntaje (variable entre 1 y 5) en cuanto a la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de los contenidos de la aplicación. Finalmente, se calculó una media global para cada categoría puntuada.

Se realizaron observaciones no participativas en dos clases de nomenclatura orgánica del Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, dependiente de la universidad antes mencionada, y que fueron dictadas por docentes diferentes. Para analizar la apropiación de las tecnologías por parte de los docentes, se consideraron las etapas descriptas por Hooper y Rieber (1995), construyendo las siguientes categorías propias: a) familiarización, que es el conocimiento relativo del funcionamiento de la tecnología y cuestiones básicas sobre sus alcances y limitaciones; b) utilización, que implica probar la tecnología y ofrecerla como un proceso innovador en el escenario académico; c) integración, cuando el docente remarca las ventajas de su empleo y las incluye como parte del material de trabajo; y d) evolución, que considera el fomento de espacios donde la tecnología se vuelva un recurso importante como herramienta para un fin específico.

RESULTADOS

La aplicación informática desarrollada, denominada “Nomenclatura Orgánica”, puede descargarse gratuitamente ingresando a Google Play Store y puede instalarse en cualquier teléfono móvil de tipo smartphone y con sistema operativo Android. Ingresando en dicha aplicación, se observa una pantalla principal que se encuentra dividida en seis secciones, donde cinco de ellas corresponden a ejercicios prácticos de las diferentes familias de compuestos orgánicos, y una última sección contiene una autoevaluación. En el extremo superior derecho se encuentra un botón de acceso, simbolizado por tres puntos, en donde, si se presiona el mismo, se puede acceder a un archivo en formato PDF que contiene las reglas IUPAC de la nomenclatura orgánica, o bien se puede reiniciar la aplicación (Figura 1).

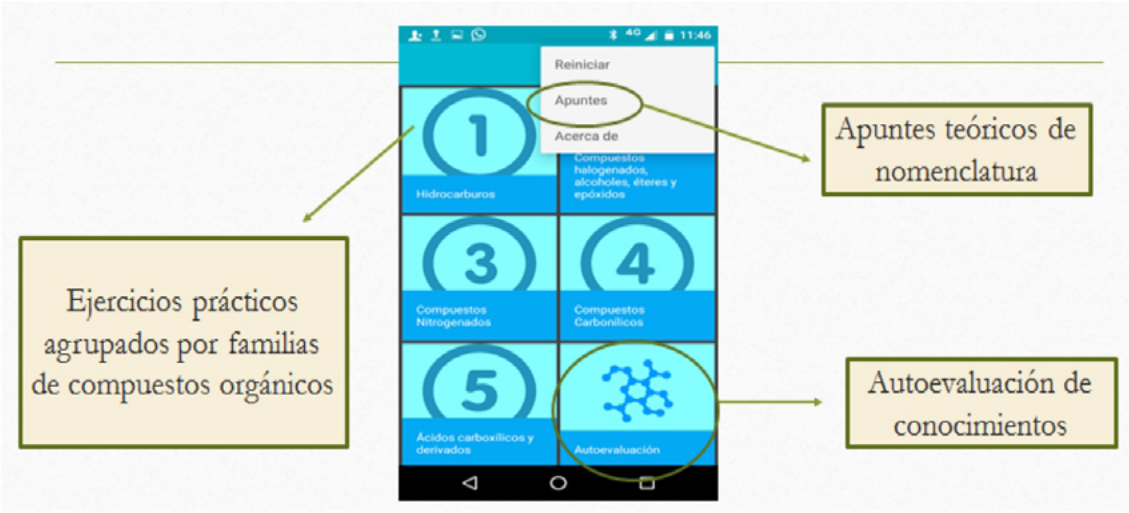


Figura 1. Pantalla principal de la aplicación informática, a partir de la cual se puede acceder a los apuntes teóricos, ejercicios prácticos y autoevaluación

Seleccionando cualquiera de las familias de compuestos orgánicos, se accede a una serie de ejercicios que consisten en responder el nombre correcto del compuesto químico que se visualiza en la pantalla. Finalizada la resolución de los ejercicios, la aplicación muestra un resumen de las respuestas consignadas, indicando las respuestas correctas en el supuesto caso de que se hayan cometido errores. El procedimiento es similar para todas las secciones disponibles. La autoevaluación consiste en responder 25 preguntas de diferente naturaleza y que abarcan la totalidad de los contenidos teóricos del tema de estudio. Cuando se completa la misma, en la pantalla principal de la aplicación se visualiza el puntaje final obtenido en la actividad. Según registros obtenidos de Google Play Store, esta aplicación ha sido descargada hasta el momento por más de cinco mil personas.

Ocho personas expertas en la temática abordada por la aplicación asignaron un puntaje en cuatro categorías diferentes relacionadas a los contenidos de la misma. En una escala variable entre 1 y 5 puntos, las medias globales obtenidas fueron 4,5, 4,3, 4,9 y 3,9 para las categorías de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia, respectivamente. En virtud de los valores obtenidos, y teniendo en cuenta que no se obtuvo un puntaje menor a 3 en ninguna categoría, se consideró validada la aplicación para poder comenzar a utilizarla en el trabajo de investigación.

Con relación a la observación de las clases, uno de los docentes resultó familiarizado con la aplicación informática, presentando la misma a sus estudiantes desde el inicio de la clase, recomendando su utilización como herramienta de enseñanza y trabajando con ella en paralelo con la pizarra, considerando al dispositivo como

parte del material de estudio de la clase. El alumnado se mostró entusiasta y participativo al poder seguir la clase en sus teléfonos móviles, buscando dentro de la aplicación la ejercitación escrita en la pizarra y ensayando diferentes respuestas hasta el momento de encontrar la correcta. El poder interactuar con la aplicación de manera constante posibilitó la familiarización con la misma y su integración a la clase, el intercambio de opiniones y/o sugerencias de mejora y hasta permitió encontrar un pequeño error de programación. Por el contrario, el docente restante decidió comenzar la clase utilizando la pizarra, ya que no conocía adecuadamente el uso de la aplicación, y optó por desarrollar una clase magistral, explicando la ejercitación a mano alzada e informando al estudiantado que luego se incorporaría una persona para realizar comentarios sobre la aplicación. La herramienta desarrollada sólo se utilizó en la clase de manera parcial, cuando el programador se incorporó para explicar su funcionamiento. Resultó notable el cambio de actitud de los estudiantes al habilitar en esta clase el uso de la aplicación, ya que comenzaron a manifestar mayor interés y participación en la actividad.

CONCLUSIONES

"Nomenclatura Orgánica" fue desarrollada con la intención de elaborar un material educativo informático para el estudiantado que curse Química Orgánica. Esta estrategia didáctica pretende facilitar la comprensión y la práctica de un contenido básico de la asignatura, incentivando en el alumnado el uso de teléfonos móviles con fines educativos.

Resultó particularmente interesante observar que ambas clases, provenientes de una misma cátedra y utilizando un mismo recurso, fueran tan dispares entre sí. El hecho de estar familiarizado con la aplicación, poder usarla, integrarla a la clase e incluso debatir con sus estudiantes sobre los alcances y limitaciones de la misma, permitió explotar en profundidad la herramienta desarrollada.

Las TIC evolucionan a una velocidad superior a las requeridas por las universidades y sus docentes para su asimilación, y su apropiación es un proceso complejo que necesita dedicación de tiempo y esfuerzo por parte del profesorado. Como señalan de Pro Bueno, de Pro Chereguini y Rodríguez Moreno en su trabajo de 2019, es necesario estimular en ellos el desarrollo de nuevas competencias profesionales si se pretende lograr un cambio significativo en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, y para lograr este objetivo es necesaria la capacitación permanente a lo largo de toda la carrera docente. Las observaciones realizadas parecieran identificar a la "familiarización" como un punto clave para poder incorporar exitosamente las TIC en las aulas. Coincidiendo con lo manifestado por Concari, la aceptación de las mismas implicará planificar minuciosamente su empleo en las aulas y la evaluación de los resultados, ya que el solo hecho de incorporar herramientas tecnológicas no garantiza el éxito de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del PICT 2016-0594 "Investigación de propuestas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en distintos niveles del sistema educativo".

Nuestro agradecimiento al Lic. Mauro Porcel de Peralta por sus aportes realizados en las observaciones de las clases analizadas en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausín, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación Universitaria*, *9(3)*, 31-38.

DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005.

Blanco López, A., España Ramos, E. y Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. Ápice. Revista de Educación Científica, *1(1)*, 107-115.

DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004.

Castillo, A., Ramírez, M. y Ferrer, R. (2017). Aula virtual como estrategia para el aprendizaje de Química Orgánica. *Educ@ción en contexto*, *2(5)*, 95-111.

Coll, C., Onrubia, J. y Mauri, T. (2007). Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *Anuario de Psicología*, *38 (3)*, 377-400. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/view/76571.

Concari, S. B. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, *8 (3)*, 494-503.

De la Torre Navarro, L. M. y Domínguez Gómez, J. (2012). Las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje a través de los objetos de aprendizaje. *Revista Cubana de Informática Médica*, *4 (1)*, 91-100.

De Longhi, A. L. (2005). Propuestas para un proceso de formación continua de docentes innovadores en educación en ciencias. Córdoba: Universitas.

De Pro Bueno, A., de Pro Chereguini, C. y Rodríguez Moreno, J. (2019). Estudio de la adquisición de subcompetencias sobre comunicación audiovisual de los maestros en formación inicial. Ápice. Revista de Educación Científica, *3(1)*, 29-39. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4618.

Delletesse, M. I., Nesprias, R. K. y Eyler, G. N. (2019). Tecnologías que aportan al desarrollo de competencias en Química Orgánica. *Educación de la Química en Línea*, *25(2)*, 144-152.

Escobar-Pérez, J. y Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, *6*, 27-36.

Hernández, M. R., Rodríguez, V. M., Parra, F. J. y Velázquez, P. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en la enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica a través de imágenes, juegos y videos. *Formación Universitaria*, *7 (1)*, 31-40. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000100005.

Hooper, S. y Rieber, L. P. (1995). Teaching with technology. En A. C. Ornstein (Ed.), Teaching: Theory into practice (pp. 154-170). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

Muñoz-Repiso, A. G. V., y Tejedor, F. J. T. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las TIC en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. *Educación XX1*, *20(2)*, 137-159.

DOI: http://dx.doi.org/10.5944/educXX1.13447.

Prensky, M. (2001). Digital natives, Digital immigrants. *On the horizon (MCB University Press)*, *9 (5)*, 1-6. Recuperado de: https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf.

Sáez López, J. M. (2010). Actitudes de los docentes respecto a las TIC, a partir del desarrollo de una práctica reflexiva. *Escuela Abierta*, *13*, 37-54.

Torres, C. I. (2018). La implicación de las TIC en la educación: alcances, limitaciones y prospectiva. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *8(15)*, 861-876.

DOI: http://dx.doi.org/10.23913/ride.v8i15.324.

Valverde Crespo, D., González Sánchez, J. y de Pro Bueno, A. (2017). ¿Qué sub-competencias digitales muestran unos alumnos de 4° de Educación Secundaria obligatoria ante una animación sobre una reacción química a nivel microscópico? Ápice. Revista de Educación Científica, *1(1)*, 40-57.

DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2009.

Valbuena-Rodríguez, S. y Navarro-Ramírez, M. A. (2016). Diseño de un material didáctico multimedia de laboratorio de Química Orgánica. *Revista Educación en Ingeniería*, *11 (22)*, 78-82. DOI: https://doi.org/10.26507/rei.v11n22.686.

Vázquez Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A. y Manassero Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *4 (2)*.

S7 Propuesta innovadora para la enseñanza experimental de las ciencias a través de entornos virtuales

Germán Hugo Sánchez[1], Héctor Santiago Odetti[1] y María Gabriela Lorenzo[2]

[1]Departamento de Química. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. [2]CIAEC. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Argentina. E mail: gsanchez@fbcb.unl.edu.ar

RESUMEN

Se presenta el diseño y los resultados de implementación de una propuesta virtual e innovadora de capacitación para profesores de ciencias experimentales con amplio impacto territorial. Se plantean los fundamentos para el Módulo "Actividades Experimentales". Se analizan las intervenciones de los cursantes a partir de su implementación. La propuesta permitió acercar a profesores-cursantes a los resultados de la investigación en didáctica y a reflexionar sobre la práctica experimental en diferentes momentos de la capacitación. Se incluyó la realización de una actividad experimental simple para sus estudiantes a ser compartida como vídeo, la cual fue enriquecida por los aportes de los colegas. Los resultados obtenidos mostraron el impacto de las actividades propuestas y ofrecen evidencia para la planificación de actividades formativas virtuales y superadoras para los docentes de ciencias.

Palabras clave: Innovación; entornos virtuales; formación de profesores; actividades de laboratorio.

INTRODUCCIÓN

Las actividades experimentales han tenido un importante rol en la enseñanza de las ciencias, siendo conside-

radas por la comunidad educativa como un aspecto central para garantizar una educación de calidad (Flores, Caballero Sahelices y Moreira, 2008; Hofstein, 2017). En la bibliografía, se pueden encontrar recursos valiosos sobre el diseño y la realización de diferentes prácticas de laboratorio para la enseñanza de las ciencias naturales y experimentales, pensadas mayoritariamente para la educación secundaria, aunque también para otros niveles (Franco Moreno, Velasco Vázquez y Riveros Toro, 2017).

Sin embargo, a pesar de su importancia, no pueden considerarse una práctica generalizada en la totalidad de los centros educativos, debido a diferentes razones. Algunas de ellas vinculadas a carencias institucionales, como falta de laboratorios, tiempo o personal de apoyo, equipamientos y recursos limitados, elevado costo de materiales, entre otras; y por otro lado, a cierta inseguridad de los docentes que consideran al laboratorio como un lugar de riesgo y para el cual no cuentan con estrategias didácticas apropiadas para llevar adelante una práctica experimental significativa, accesible para la construcción de conocimiento en el campo de las ciencias (Lorenzo y Rossi, 2007).

Como una respuesta posible a esta problemática, se tomaron como modelo las Actividades Experimentales Simples (AES) (Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018; Reverdito y Lorenzo, 2007) para el diseño de una propuesta formativa en el marco de un curso virtual de actualización y perfeccionamiento para profesores. Se diferencia a las actividades experimentales (AE) de los experimentos en que las primeras son diseñadas didácticamente para que estudiantes aprendan un contenido específico, en donde el resultado (desconocido por ellos) es predeterminado por una teoría consensuada científicamente, mientras que experimentos son actividades llevadas a cabo por científicos para obtener resultados inciertos e hipotéticos. Particularmente las AES son AE que pueden ser realizadas en aulas convencionales, es decir que no es necesario que sean llevadas a cabo en un laboratorio.

Esta propuesta toma como eje la constitución de comunidades de práctica contextualizadas y para contenidos específicos de ciencias experimentales que recurre al trabajo colaborativo y en red de quienes participan del curso (Dyszel, Idoyaga y Lorenzo, 2019). Además, ofrece a los cursantes, una experiencia de inmersión en la cultura científica a partir de la realización de unidades didácticas en cascada basadas en la propia práctica y por tanto, fácilmente transferibles al aula (Lorenzo, Farré y Rossi, 2018).

Complementariamente, esta propuesta ofrece una alternativa original y única al ser ofrecida de manera flexible a través de una plataforma Moodle de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, superando las ofertas tradicionales de capacitación para profesores, las cuales suelen estar concentradas en centros urbanos y en horarios poco accesibles para los docentes (Martínez Chico, López-Gay, Jiménez Liso y Acher, 2013).

El objetivo del presente trabajo es presentar el diseño de un módulo virtual para la capacitación de profesores en ejercicio sobre el desarrollo de actividades experimentales simples y una reflexión a partir de las respuestas obtenidas en su puesta en práctica.

METODOLOGÍA

Este trabajo se enmarca en una investigación de diseño que incluye la preparación e implementación del dispositivo de intervención, así como su análisis retrospectivo (Rinaudo y Donolo, 2010). De este modo, se intenta generar conocimiento para mejorar la calidad de la oferta formativa orientada a la capacitación de profesores de ciencias atendiendo a las demandas de capacitación del colectivo docente.

El primer paso correspondió al diseño de un Módulo dedicado a las AE (figura 1) para ser incluido en un dispositivo de intervención más amplio orientado a la totalidad de los profesores de ciencias de la región.

En un segundo momento, se incorporó el Módulo a diferentes dispositivos de intervención como parte de la estructura curricular de los siguientes cursos: “Nuevas perspectivas para la enseñanza de las ciencias natu-

rales" en dos ediciones y "El conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias y la práctica reflexiva" (http://virtual.ffyb.uba.ar). En este trabajo se recopila la información obtenida durante su implementación en tres oportunidades durante el período 2017-18.

Finalmente, se analizan cualitativamente las intervenciones de los distintos participantes a lo largo del desarrollo del Módulo aplicando elementos de la teoría fundamentada y del análisis de contenido.

RESULTADOS

Diseño del módulo

La estructura del Módulo y sus actividades se muestran en la figura 1. Fue pensando para una duración de dos semanas contemplando tiempo suficiente para la realización de lecturas y tareas. Se consideraron actividades flexibles de realización asincrónica, a fin de ofrecer una mayor libertad a los cursantes para que pudieran realizar sus intervenciones a su propio ritmo.

Salón de Lecturas Obligatorias	Se presenta un texto de clase producido especialmente para la ocasión, con actividades individuales de reflexión personal que sirvieran de guía para dar pie a la lectura de la bibliografía básica propuesta.
Bibliografía Recomendada	Se sugieren otros textos relacionados con la temática.
Actividades Individuales	Se solicita a los cursantes realizar actividades por fuera del EVEA vinculada a su práctica docente.
Foros de Debate Grupal	A partir de las intervenciones individuales de cada cursante, se promueve una discusión colectiva. Como mínimo, cada participante debe realizar un aporte constructivo al trabajo de un compañero considerando el marco teórico trabajado en el Salón de Lecturas. Estos foros fueron monitoreados por el equipo de tutores para guiar la discusión, retomar puntos de vista y moderar el debate, así como también para retomar aspectos relevantes de la bibliografía propuesta y su ampliación.
Foro de Consulta Permanente	En todo momento, se dispone de un espacio destinado a cuestiones no necesariamente vinculadas a los contenidos del curso. La premisa en este foro es la colaboración entre todos, pudiendo ofrecer respuestas y soluciones tutores o cursantes.

Figura 1. Estructura del Módulo analizado

Implementación

Una vez disponible en el Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), se propició la interacción entre tutores y cursantes a través de los foros y la discusión horizontal promoviendo la colaboración entre pares.

El Módulo estuvo tutorizado por un total de ocho docentes-investigadores del área de la didáctica de las ciencias pertenecientes a cuatro Universidades Nacionales de todo el país que trabajaron en red para la implementación de los mencionados cursos dando cuenta de la importancia que posee la conformación de comunidades de prácticas incluso en la virtualidad.

En total, participaron en calidad de cursantes, 28 docentes de ciencias naturales y experimentales que se desempeñaban en distintos niveles educativos, secundario (54%), universitario (43%) y nivel superior no universitario correspondiente a la formación de profesores (39%). El 57% estaba titulado como profesor y un 43% correspondía a otros profesionales habilitados para el ejercicio de la docencia (ingenieros agropecuarios,

biólogos, bioquímicos, biotecnólogos, entre otros). Estos participantes se desempeñaban en diferentes localidades de la región distribuidas por el amplio territorio de la República Argentina (figura 2). Por ejemplo, las ciudades de Esquel y San Salvador de Jujuy ubicadas a más de 1800 y 1500 km de la Ciudad de Buenos Aires respectivamente; como también, dos localidades de la República Oriental del Uruguay. Es decir que la propuesta virtual permitió la actualización de docentes de diferentes latitudes.

A continuación de las lecturas, se propuso a los cursantes las siguientes actividades para ser realizadas de manera individual: i) una revisión y reflexión personal sobre las actividades experimentales en su propio contexto, que incluyera las dificultades y también sus posibilidades y ii) el diseño de una actividad experimental simple y su eventual registro en vídeo para compartirla a través del EVEA.

Figura 2. Distribución de cursantes (azul) y centros educativos donde se desempeñan los docentes de la propuesta (verde) realizado con Google My Maps®

Análisis de las reflexiones de los cursantes

Al realizar la actividad individual de reflexión sobre las prácticas experimentales que realizaban habitualmente con sus estudiantes y tomando como referencia la bibliografía propuesta, los cursantes explicitaron diferentes problemáticas que resultan de utilidad para repensar la formación inicial y en ejercicio.

A partir del análisis los diversos aspectos abordados por los cursantes, se realizó una categorización a posteriori que incluyó: las dificultades de la enseñanza experimental de las ciencias, la función del informe del laboratorio, aspectos referidos a la evaluación de la práctica, y a la naturaleza de los trabajos prácticos.

Entre las dificultades, los cursantes pusieron de manifiesto las limitaciones de tipo institucional en todos los niveles:

“hay escuelas en donde las condiciones no están dadas para realizar trabajos experimentales”.

“hay profesorados que ni laboratorio tienen”.

La mayoría (todos docentes de ciencias) consideró que las prácticas experimentales eran de difícil incorporación en las clases teóricas y que la práctica se encuentra subsumida a la teoría:

“mis clases no incluyen laboratorio porque soy docente de teóricos”.

“el trabajo del laboratorio sirve para afianzar conocimientos teóricos”.

Se destacó el rol de los informes de laboratorio como una estrategia para la comunicación de resultados, muchas veces utilizado para la evaluación del trabajo práctico, cuestionando si realmente se enseña a los estudiantes a confeccionarlos y la demanda cognitiva de la actividad:

“me surgió la inquietud de si realmente le pedimos elaborar informes a los alumnos y si les enseñamos a realizarlo”

“La elaboración del informe de estas prácticas no requiere niveles de análisis muy complejos, no hay toma de decisiones por parte de los alumnos y por lo tanto no deben recurrir a la argumentación en la comunicación de la experiencia. El informe se convierte en un trámite burocrático para la acreditación de la materia”.

También, cuestionaron los trabajos prácticos tipo receta de cocina centrados en la automatización de procedimientos y plantearon necesaria su revisión:

“Las experiencias suelen ser muy extensas y (…) o la repetición sucesiva de mediciones desvirtúa, muchas veces, el objetivo del trabajo”

“deberían usarse actividades más diversas que permitan al estudiante ser más activo en lugar de leer y repetir la información que se les presenta”

“necesitan una urgente modificación ya que en ellas no se ven reflejadas las concepciones de la naturaleza de las ciencias que pretendemos”

Solo algunos mencionaron otro tipo de prácticas existentes en sus aulas, en donde se incorporan otras perspectivas:

“Cuando accedí a ser responsable del curso, fue posible tomar decisiones y el primer desafío fue integrar el ‘práctico’ con el ‘teórico’; “procurando así no sólo integrar conocimientos (…) sino también movilizar otros niveles cognitivos para que no se restrinja a lo memorístico”

“intento desarrollar un diálogo problematizador, con preguntas que movilicen otros saberes y presentando situaciones problemas para discutir (…) y en algunas oportunidades escribiéndolas”.

Realización y propuesta de AES

Los participantes diseñaron AES para ser realizadas en cualquier espacio, no siendo exclusivo el uso del laboratorio (figura 3). Las realizaron, las registraron en vídeo y las compartieron en el EVEA (figura 4).

- Experimento de ósmosis utilizando muestras vegetales.
- Disolución de jugos en polvo: soluciones diluidas, concentradas y sobresaturadas.
- Construcción de un circuito eléctrico simple.
- Germinación de semillas de legumbres.
- Reconocimiento de reacciones endo y exotérmicas; temperatura y estado de soluciones.
- Elaboración de un perfume para ropa, soluciones y concentración.
- Construcción un modelo a partir del fenómeno de difracción.
- Descripción el movimiento de un globo a partir de la posición, velocidad y aceleración.
- Evaluación los factores que afectan la velocidad de una reacción química.
- Deducción de las condiciones de flotabilidad en función de densidad y miscibilidad.
- Extracción de ADN de diferentes muestras biológicas.
- Separación de sistemas materiales: destilación, cromatografía.
- Reacciones químicas: neutralización.
- Cristalización de sales inorgánicas.

Figura 3. Actividades experimentales presentadas por los docentes en video para sus aulas

Estas AES fueron presentadas con una pequeña descripción que incluía los objetivos didácticos, los contenidos a ser abordados y el contexto para el cual fueron pensadas.

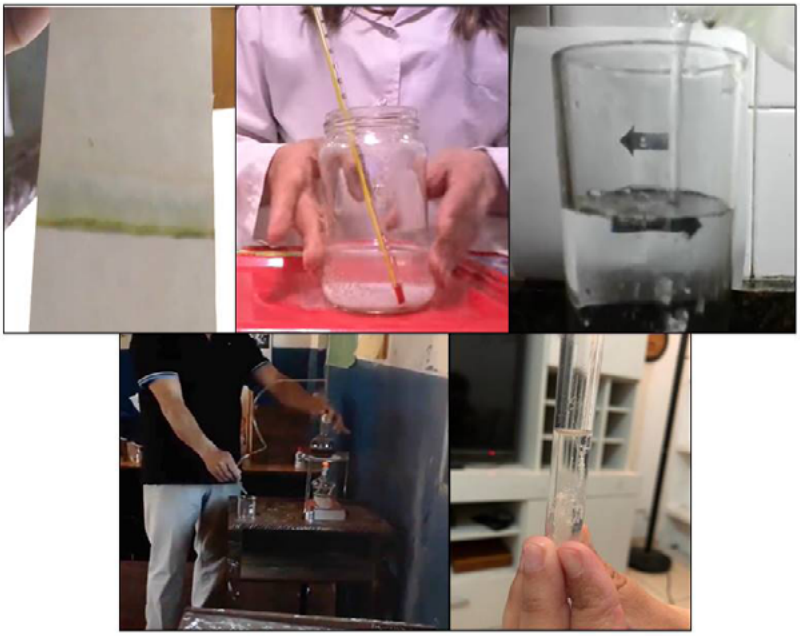


Figura 4. Imágenes de los videos presentados por los cursantes.

Análisis del foro de debate grupal

Los participantes criticaron constructivamente las AES de sus colegas, favoreciendo la reflexión colectiva sobre diferentes aspectos. Estos fueron categorizados en: preguntas de carácter metacognitivo, aspectos sobre la ciencia, el rol del docente en la práctica educativa, la posibilidad de utilizar elementos de uso cotidiano y bajo costo, la inclusión y el trabajo con diferentes variables en las actividades, la inclusión de tecnología 2.0 y la importancia de estas actividades en la formación inicia.

Dentro de estos aspectos, surgieron preguntas de carácter metacognitivo:

“algunas actividades simples nos conflictúan a la hora de llevarlas a cabo, la pregunta sería ¿por qué?”.

Los comentarios destacaron aquellas AES que incluían aspectos sobre la ciencia, como la historia, el rol de la mujer o problemas sociocientíficos:

“permite recrear la historia del trabajo científico”

“espacios para desarrollar procedimientos de la Ciencia además de conocimientos teóricos y conceptuales”

“se les ofreció la oportunidad de conocer el lado oscuro de la ciencia y la dificultad que muchas mujeres debieron enfrentar en años anteriores para poder pertenecer y ser reconocidas”

“poder aprender contenidos de química y sus aplicaciones de interés social, económico y científico.”

“permiten trabajar con varios modelos químicos y biológicos importantes.”

Contrariamente a lo ocurrido en la actividad individual, en este caso los cursantes pudieron incluirse como actores determinantes en la práctica educativa:

"realizo experiencias mostrativas y para realizarlas en grupo, el espacio físico es limitado, y también los materiales de laboratorio, así que no se puede armar un kit para cada alumno".

En esta línea, destacaron la posibilidad de hacer actividades experimentales con elementos de uso cotidiano y de bajo costo:

"Me gusta leer experiencias que se realizan sin utilizar productos químicos peligrosos. Lo importante es la enseñanza y que los alumnos puedan manejar por sí mismos las experiencias. (…) ¿por qué no reemplazar el ácido clorhídrico diluido por el vinagre blanco?".

Otro aspecto muy mencionado fue la posibilidad de introducir variables en el diseño y puesta en práctica de las AES para la formulación de hipótesis, la construcción de explicaciones a partir de la observación directa de fenómenos. Consideraron que las AES ofrecen alternativas a los obstáculos mencionados en la reflexión individual inicial y las ponderaron como actividades motivantes para los estudiantes acerca de las clases de ciencias:

"son dispositivos pedagógicos poderosos que -independientemente del 'contenido' específico - favorecen el desarrollo de aspectos metodológicos"

"actividades que mitigan el aburrimiento que deviene en apatía o el mejor modo de sintetizar horas de explicaciones".

También se hicieron sugerencias para enriquecer o potenciar las AES propuestas por los colegas, tal como el uso de Google en los teléfonos celulares inteligentes o el uso de tecnologías 2.0 tales como las utilizadas por ellos en esta actividad:

"el vídeo con su edición puede ser recomendado para una clase".

Por último, se reconoció la potencialidad de las AES para la formación inicial de profesores:

"En el caso particular de la formación de formadores, entiendo que estas actividades deben atravesar permanentemente los espacios 'disciplinares'. Si en estas unidades curriculares proponemos únicamente prácticas experimentales sofisticadas -que se alejan de la realidad de las escuelas - no podemos esperar que cuando los estudiantes cursen las didácticas específicas o los talleres de prácticas sean creativos y planifiquen actividades simples y realizables. Si bien en este sentido se ha avanzado muchísimo este último tiempo -al menos en lo discursivo - considero que resta recorrer mucho más camino aun."

Conclusiones y perspectivas

La propuesta modular sobre Actividades Experimentales permitió la capacitación contextualizada de profesores en ejercicio de diferentes lugares a través de la virtualidad. El EVEA fue pensado de una manera superadora que además de la tradicional fuente de documentos, incluye un escenario extendido por fuera y por dentro del campus; involucrando la realización de actividades prácticas en tiempo real y promoviendo la interacción entre los cursantes para la construcción colectiva de conocimiento, sin perder flexibilidad. Además, el módulo es una muestra de la posibilidad de transferencia de los últimos avances en investigación en didáctica de las ciencias que pueden ser aplicados en la realidad áulica a partir de la experiencia formativa de los docentes participantes.

La reflexión individual inicial mostró los problemas clásicos sobre las dificultades sobre la realización de los trabajos prácticos experimentales. Sin embargo, al finalizar el Módulo en la reflexión grupal, los cursantes dieron cuenta de una mirada más amplia sobre este tipo de clases incluyéndose como protagonistas de su práctica, destacando la potencialidad de las AES para la inclusión de AE en sus aulas.

Cada uno de los docentes pudo diseñar, planificar y probar una práctica experimental de manera situada y ponerla en discusión con colegas de todo el país para ser revisada discutida y eventualmente mejorada. Así,

pasaron de una actitud pasiva ante una realidad ajena a ellos, a una disposición más activa donde podían ejercer una influencia significativa en la educación de sus estudiantes.

En suma, este trabajo muestra como las investigaciones de diseño permiten, a la par de capacitar a los profesores, generar nuevos insumos para la reflexión y para la investigación, que retroalimentan, la propia práctica de los formados y contribuyen al conocimiento en el campo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Proyectos de Investigación CAI+D 2016 UNL PI 50120150100040LI, ANPCYT-FONCyT PICT-2015-0044, PICT-2016-0594, CONICET PIP Nº 11220130100609CO que financian y dan marco a esta propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dyszel, F., Idoyaga, I. y Lorenzo, M. G. (2019). Hacia la construcción de Comunidades de Aprendizaje en dispositivos virtuales de capacitación para profesores de Ciencias Naturales. En: B. Macedo, S. Silveira, M. García Astete, D. Meziat y L. Bengochea (Eds.). *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate*. (pp. 504-513). Alcalá de Henares: UAH Servicio de Publicaciones.

Flores, J., Caballero Sahelices, M. C. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, *33* (68), 75-111.

Franco Moreno, R. A., Velasco Vásquez, M. A. y Riveros Toro, C. M. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *TED*, *41*, 37-56.

Hofstein, A. (2017). The role of laboratory in science teaching and learning. En K. S. Taber y B. Akpan (Eds.). Science Education: An international course companion. Rotterdam: Sense Publishers.

Idoyaga, I. y Maeyoshimoto, J. (2018). Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física. En: M. G. Lorenzo, H. S. Odetti y A. E. Ortolani (Eds). *Comunicando la ciencia: Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia*. (pp. 57-68). Ediciones UNL.

Lorenzo, M. G. y Rossi, A. (2007). Experimental practical activities in scientific education. *The Chemical Educator, 12*, 1-6.

Lorenzo, M. G., Farré, A. S. y Rossi, A. M. (2018). La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15* (3), 3603.

Reverdito, A. M. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Educación en la Química*, *13* (2), 108-121.

Rinaudo, M. C. y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista De Educación a Distancia*, *22*, 1-29.

S8 Tratamiento del fenómeno de las mareas en libros de texto de Secundaria

María Armario Bernal, Natalia Jiménez-Tenorio y José María Oliva Martínez

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz.
maria.armario@uca.es

RESUMEN

Nuestro campo de estudio se centra en la enseñanza del fenómeno de las mareas en distintos niveles educativos, siendo uno de sus referentes básicos el estudio de las concepciones iniciales de los estudiantes, así como de la forma en que esta noción es abordada por profesores y libros de texto. Esta comunicación analiza el tratamiento de este fenómeno en los libros de texto de educación secundaria obligatoria, para lo que se revisa un total de 18 libros pertenecientes a tres editoriales. En el análisis se emplearon seis dimensiones: modelo propuesto, formato, recursos didácticos, actividades planteadas, transdisciplinariedad y discurso. Los resultados muestran diferencias entre los modelos escolares, el formato y las actividades propuestas por las tres editoriales, encontrándose semejanzas en las dimensiones restantes.

Palabras clave: fenómeno de las mareas; formación científica; recursos; modelo de ciencia escolar.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación forma parte de un estudio más amplio cuyo hilo conductor es la enseñanza y aprendizaje del fenómeno de las mareas en distintos contextos del sistema educativo. Este tópico conforma un nicho de aprendizaje complejo tanto por el carácter abstracto que presentan los contenidos que abarca, como porque existen en los estudiantes concepciones alternativas fruto, tanto de un aprendizaje escolar como extraescolar (Delgado-Serrano y Cubilla, 2012; Corrochano, Gómez-Gonçalves, Sevilla, y Pampín- García, 2017; Ucar, Cabe y Krissek 2011; Viiri, 2000).

Para poder llevar a cabo el propósito del estudio general, que no es otro que el diseño, implementación y evaluación de actividades basadas en modelización, se hace necesario un estudio prospectivo previo que arroje luz en el proceso de diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje dirigidas a estudiantes en distintos contextos. Este tipo de estudios preliminares resulta clave y fundamental en cualquier investigación de diseño (Molina, Castro, Molina y Castro, 2011), como resulta ser nuestro caso. Por tanto, el desarrollo de una investigación que ayude a entender el punto de partida de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas debe considerarse un paso obligado. En este caso, se realiza un análisis en torno al tratamiento del fenómeno de las mareas en libros de textos de secundaria obligatoria para caracterizar la forma en la que estos contenidos se enseñan en la escuela, lo cual, como decíamos, constituye uno de nuestros referentes de partida.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio cualitativo con una muestra de 18 libros de texto de Biología y Geología (ByG) y Física y Química (FyQ), correspondientes a tres editoriales diferentes.

Como instrumento de recogida de datos se emplearon dos rejillas de análisis. Una genérica, en la que se valoraba la presencia del fenómeno de las mareas en los libros de texto seleccionados. Y otra, más exhaustiva, orientada a determinar el tipo de tratamiento de este fenómeno. La información obtenida a través de este último instrumento se organizó a partir de seis dimensiones de análisis. La primera, "Modelo propuesto", atendía al tipo de modelo presente en el discurso. La segunda, "Formato de presentación", tenía el objetivo de caracterizar el texto y las imágenes incluidas en las explicaciones, así como el tipo de conexión entre ambos elementos. La tercera dimensión, "Recursos didácticos empleados", trataba de identificar herramientas didácticas orientadas a facilitar procesos de modelización, como analogías, experimentos mentales o simulaciones por ordenador. La cuarta dimensión, denominada "Actividades planteadas", se esbozó con el fin de caracterizar el tipo de actividades utilizadas para reestructurar o afianzar las ideas del alumnado. La quinta dimensión, "Transdisciplinariedad", trataba de visibilizar las interconexiones entre el fenómeno de las mareas y otras áreas de conocimiento. Y, por último, la sexta dimensión, "Discurso", atendía al tipo de explicaciones empleadas para trabajar el fenómeno y al nivel de complejidad albergado.

RESULTADOS

Presencia del fenómeno de las mareas en los libros de texto

De los datos obtenidos observamos que algo menos de la mitad (7 de los 18) de los libros de texto analizados contienen información relevante sobre el fenómeno de las mareas. En la tabla 1 se especifican los cursos de la ESO donde aparece el fenómeno de las mareas como contenido científico. Como se puede observar, su enseñanza-aprendizaje se condensa principalmente en el primer curso, dentro de la asignatura de ByG. Ciertamente, es en este curso donde el fenómeno aparece como contenido explícitamente recogido en el currículo oficial, razón por la cual los libros de texto desarrollan mayoritariamente el material relacionado. No obstante, también se observan otros momentos, dentro de esta misma etapa, en los que se trabaja el fenómeno como ByG de 3º y 4º de ESO y FyQ de este último curso.

Tabla 1. Presencia del fenómeno de las mareas en los libros de texto de Secundaria

	BYG (1º ESO)	FYQ (2º ESO)	BYG (3º ESO)	FYQ (3º ESO)	BYG (4º ESO)	FYQ (4º ESO)
Anaya						
Edelvives						
Casals						

Análisis de la información contenida en los libros de texto

Al comparar las editoriales, se aprecian valoraciones muy semejantes en las seis dimensiones de análisis, encontrándose algunas discrepancias en la primera, segunda y cuarta. A continuación, se exponen los resultados encontrados para cada una de ellas.

Modelo propuesto

El modelo que se intenta presentar en los textos, no siempre con acierto, consiste en una visión astronómica, con la Tierra vista desde fuera, en la que se visualizan las mareas como producto de la deformación generada en la masa oceánica por la acción gravitatoria ejercida principalmente por la Luna. Dicha acción origina una especie de elipsoide de agua (con la Tierra en su interior) con dos protuberancias, una a cada lado. Ello unido a la rotación, origina dos ciclos de mareas de doce horas, aproximadamente, lo que implica cuatro cambios mareales al día. Pero esta deformación en la masa oceánica no siempre es mencionada de forma explícita, ni tampoco es argumentada de la manera más idónea, a nuestro modo de ver.

En el caso del libro de FyQ de 4º de ESO de la editorial Anaya, esta deformación se explica en función del gradiente de fuerzas que se genera entre el punto más cercano y el más distante respecto a la Luna, consecuencia de la disminución con la distancia de la fuerza gravitatoria (Ley de Gravitación Universal). Esta explicación es la que nos parece más asequible para los estudiantes de secundaria obligatoria (Armario, Oliva y Jiménez-Tenorio, 2019); si bien, en este caso, tampoco la explicación culmina exitosamente, ya que en el dibujo ilustrativo que acompaña al texto (figura 1), no aparece especificado dicho gradiente de fuerzas.

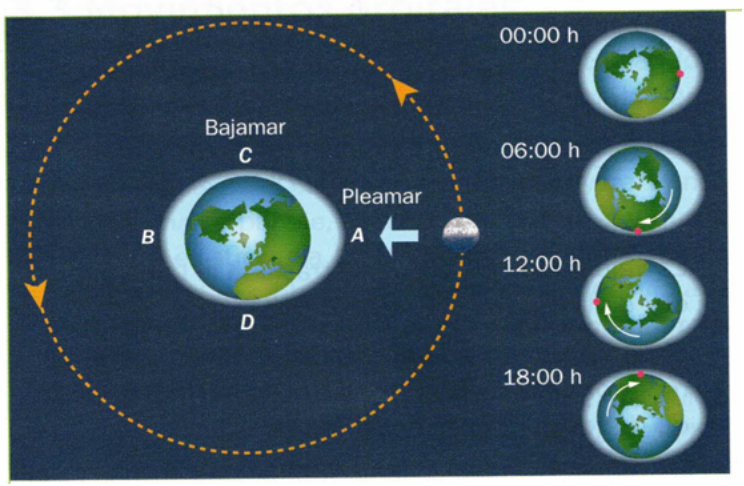


Figura 1. Visualización del modelo de dos abultamientos del libro de 4º ESO de la editorial Anaya

Mientras tanto, la editorial Casals, en el libro de ByG de 1º de ESO, explica la deformación a partir de un efecto centrífugo del conjunto Tierra-Luna alrededor de su centro de masa (figura 2). Aunque dicha explicación es compatible y complementaria con la anterior, entendemos que es mucho más compleja de seguir y visualizar, de tal manera que es probable que dichas explicaciones puedan confundir a los estudiantes al utilizar la idea de fuerza centrífuga, o al incitar a que identifiquen ese efecto centrífugo con el que se origina al girar la Tierra sobre su propio eje.

Figura 2. Modelo de dos abultamientos basado en el factor fuerza centrífuga (Editorial Casal, ByG 1º ESO)

Formato de presentación

Con respecto al formato empleado en los libros de texto, la editorial Anaya se caracteriza por seguir el mismo patrón de representación en la mayoría de sus libros: uno o dos párrafos dedicados a la causa del fenómeno de las mareas, a menudo complementado con la explicación de los fenómenos de mareas vivas y muertas, imágenes ilustrativas situadas en los márgenes y carencia absoluta de esquemas o preguntas retóricas que inviten a la reflexión y síntesis de las explicaciones. La excepción la encontramos en el libro de 1º de ESO, en el cual se puede observar un mapa conceptual a modo de síntesis en el que aparece el fenómeno en cuestión. Esto supone un elemento novedoso dentro de la editorial, ya que es el único libro de texto que contempla elementos de síntesis de este tipo.

Sin embargo, en algunos casos, esta editorial incurre en contradicciones a la hora de explicar el fenómeno de las mareas en otros contextos, como ocurre en el libro de 3º de ESO al detallar la función moldeadora del fenómeno de las mareas en el relieve costero. En este caso, y aun apareciendo la descripción del fenómeno junto con la definición de pleamar y bajamar, las únicas imágenes aportadas eran fotografías paisajísticas. Este hecho es importante, ya que, aunque en la explicación escrita haga referencia al fenómeno de las mareas como un fenómeno astronómico, las imágenes muestran implícitamente un fenómeno local. Muy probablemente, esta exposición de contenidos tan contradictorios genere en el alumnado una visión local del fenómeno y, por consiguiente, errores conceptuales difíciles de evolucionar.

En cuanto a la editorial Edelvives, por el contrario, no se encuentra un formato de presentación preestablecido. En el caso del libro de 1º de ESO, la extensión de la descripción y explicación ocupa un amplio párrafo. En ella, se observan graves problemas de desconexión entre los elementos explicativos, gráficos y escritos. Pues,

aunque en el texto aparece descrito el Sol como elemento trascendental en el fenómeno, las imágenes explicativas carecen del mismo. Este hecho, sin embargo, es contrario al sucedido en el libro de 3º de ESO, el cual sólo dedica dos líneas a la definición del mismo, y no aporta imágenes relacionadas.

Por último, la editorial Casals realiza una presentación detallada y profunda de los contenidos relacionados con el fenómeno de las mareas. El libro de 1º de ESO emplea dos páginas completas, en las cuales abundan las aclaraciones y leyendas que facilitan la comprensión, además de utilizar una gran variedad de fotografías interconectadas con estas explicaciones. Concretamente, este libro de texto apuesta por la combinación de figuras y modelos con fotografías paisajísticas, las cuales tienen el objetivo de escenificar las situaciones de pleamar y bajamar.

Recursos didácticos empleados

Ninguna de las editoriales analizadas hace uso de herramientas didácticas como analogías, experimentos mentales, ni simulaciones. La excepción se cumple en el libro de FyQ de 4º de ESO de la editorial Anaya, el cual sí hace uso de una comparación. Ésta se ubica en la explicación de los abultamientos mareales, en la cual se asemeja la deformación de la masa oceánica con la forma de un huevo. Esta escasez de recursos didácticos parece subestimar la dificultad que alberga una verdadera comprensión del fenómeno de las mareas. Parece considerarse, pues, que la aportación del modelo en formato textual y/o gráfico, ya es suficiente, por sí mismo, para evidenciar la naturaleza del fenómeno y la explicación causal del mismo.

Actividades planteadas

Atendiendo a las actividades empleadas por los libros de texto, se observa una disminución del número de actividades relacionadas con el fenómeno de las mareas a medida que se avanza en los cursos. Posiblemente, esta reducción esté relacionada con el nivel académico al que se dirigen, ya que, desde la lógica, a medida que se va avanzando en los cursos, no son necesarias tantas actividades para estudiar una misma noción. Sin embargo, desde nuestro punto de vista, la carencia absoluta de éstas en los niveles más altos, supone un obstáculo más en el proceso de enseñanza-aprendizaje del fenómeno a través de los textos.

Referente a la naturaleza de las mismas, se encuentran ciertas semejanzas entre las actividades propuestas por las editoriales Anaya y Casals. En ambas destaca el enfoque repetitivo de sus actividades, las cuales están mayoritariamente destinadas a la comprensión de los fenómenos de mareas vivas y muertas y su comparación. No obstante, también se propone una actividad para favorecer la comprensión del modelo propuesto y explicado anteriormente en el libro de ByG de 1º de ESO de la editorial Casals, a través de la interpretación de una gráfica.

En relación a la editorial Edelvives, se encuentran actividades de naturaleza muy diversas. Concretamente, se observan cuestiones de corte descriptivo, investigativo e interpretativo, lo cual supone una mayor calidad en las mismas, pues recogen las tres dimensiones de la modelización definidas por Adúriz-Bravo (2012): descripción, explicación y aplicación del fenómeno. Sin embargo, esta editorial también destaca por presentar cuestiones con un nivel de complejidad alto. Por ejemplo, el libro de ByG de 1º de ESO plantea la siguiente pregunta: "Cuando en la costa gallega hay marea alta, ¿qué tipo de marea habrá en la costa mexicana? ¿Y en la neozelandesa?". Probablemente, ésta sea la cuestión más interesante encontrada en este estudio. Sin embargo, y teniendo en cuenta el contenido explicativo que se le ofrece al alumnado de 1º de ESO, el cual carece de detalles explicativos sobre el segundo abultamiento mareal, es muy optimista pensar que estos estudiantes van a tener la capacidad de predecir el tipo de marea existente en la otra parte del globo terráqueo.

Transdisciplinariedad

El análisis de la quinta dimensión ha revelado que Geografía, Física y, Biología y Geología, de todas las editoriales analizadas, están interconectadas gracias a la explicación del fenómeno de las mareas. Especialmente

Geografía, con la cual se establece relación en cinco de los 18 libros. En todos ellos este vínculo corresponde al efecto de las mareas en la formación de accidentes geográficos costeros. Destaca, especialmente, el libro de ByG de 3º de ESO de la editorial Edelvives, en el cual esta vinculación se hace explícita en el discurso. También el libro de FyQ de 4º de ESO de la editorial Anaya, que muestra este vínculo a través de la Ley de Gravitación Universal, dejando claro que este proceso natural no es más que el resultado de dicha ley.

Discurso

Esta dimensión visibiliza el gran desfase observado entre en el currículum de la etapa secundaria obligatoria y el nivel cognitivo del alumnado. Un ejemplo lo encontramos en los libros analizados de la editorial Edelvives. Concretamente, el libro de ByG de 3º de ESO tiene un nivel de complejidad mucho menor que el observado en el libro de ByG de 1º de ESO. No sólo porque el contenido sobre marea de este libro de 3º ocupa sólo parte de un párrafo, sino porque la terminología utilizada es sumamente simple e inespecífica. Tanto es así, que la lectura del contenido induce a un entendimiento incorrecto de la causalidad de este proceso natural, sugiriendo la existencia de un solo abultamiento mareal.

Atendiendo al cuerpo del discurso, en la totalidad de los libros de textos analizados se incorporan elementos descriptivos y explicativos. Generalmente, la parte descriptiva suele ser más amplia que la explicativa en los libros de ByG, mientras que ocurre al revés en los de FyQ. Esto puede ser lógico dado que el foco en una y otra materia es distinto, correspondiendo justamente a la FyQ, el papel de interpretación causal última del fenómeno. Además, el vocabulario empleado en esta última asignatura es específico y clarificador, haciendo uso de términos como desviación, atracción, interacción gravitatoria, periodicidad, etc.

Conclusiones

Tras el análisis de estos 18 libros de textos podemos afirmar que gran parte de las explicaciones del fenómeno de las mareas se condensan en el primer curso de secundaria de las tres editoriales analizadas. Este hecho es sumamente preocupante si tenemos en cuenta la complejidad y dificultad que alberga una correcta comprensión de este fenómeno, donde conceptos como gravedad, fuerza centrífuga, gradiente de fuerzas, dinámica de fluidos, entre otros, son esenciales para alcanzar un conocimiento cercano a la ciencia escolar. Se aprecia, también, la necesidad de mejorar la forma en la que se expone y trabaja el contenido. De un lado, solo uno de los 18 libros analizados utiliza la comparación como recurso didáctico favorecedor de la evolución de las ideas de los alumnos, no encontrando otros como analogías o experimentos mentales. Del otro, se ha detectado una tendencia generalizada por combinar explicaciones escritas, profundas y detalladas sobre la causalidad de este fenómeno astronómico con, únicamente, imágenes representantes de la línea de la costa, y, por tanto, de una visión local. Esto, de nuevo, se convierte en un obstáculo para el proceso de enseñanza-aprendizaje del fenómeno de las mareas al trasmitir ideas totalmente contrarias a la visión real, la astronómica. Por ello, desde aquí animamos a la revisión del material didáctico empleado, con el fin de combinar dichas imágenes con otras de tipo astronómico, y así, no incurrir en errores que puedan ser decisivos para el aprendizaje del alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armario. M., Oliva J.M. y Jiménez-Tenorio. N. 2019. Progresión en torno al fenómeno de las mareas. *Alambi-*

que. Didáctica de las Ciencias Experimentales, *95*, 31-37.

Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química*, *23*, 1-9. DOI: https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30151-9

Clemente, S., Domínguez, M. A. y Ruiz, A. B. (2015). *Biología y Geología*, *1º* ESO. Barcelona, España, Anaya.

Clemente, S., Domínguez, M. A. y Ruiz, A. B. (2016). *Biología y Geología*, *4º* ESO. Barcelona, España, Anaya Educación.

Corrochano, D., Gómez-Gonçalves, A., Sevilla, J. y Pampín-García, S. (2017). Ideas de estudiantes de instituto y de universidad acerca del significado y el origen de las mareas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *14*(2), 353–366. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/19222

Delgado-Serrano, R. y Cubilla, K. (2012). La necesidad de investigar la comprensión de conceptos básicos, de Astronomía y Ciencias en general, en pre-media y media. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, *10*, 23-27. Recuperado de: http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP282.pdf

García, M. y Hoyas, M. E. (2015). *Biología y Geología*, *3º ESO*. Madrid, España. Editorial Luis Vives (Edelvives).

Hernández, J., Plaza, C. y Martínez. J. (2015). *Biología y Geología*, *3º ESO*. Madrid, España, Anaya Educación.

Márquez, F y Mora. A (2016). *Biología y Geología*, *1º ESO*. Madrid, España, Editorial Luis Vives (Edelvives).

Duñach *et al.* (2016). *Biología y Geología*, *1º ESO*. Madrid, España, Editorial Casals.

Molina, M., Castro, E., Molina, J.L. y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, *29*(1), 075-088. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/243824/353427

Ucar, S., Trundle, K. C. y Krissek, L. (2010). Inquiry-based Instruction with Archived, Online Data: An Intervention Study with Preservice Teachers. *Research in Science Education*, *41*(2), 261–282. DOI: http://doi.org/10.1007/s11165-009-9164-7

Viiri, J. (2000). Students' understanding of tides. *Physics Education*, *35*, 105. DOI: http://doi.org/10.1088/0031-9120/35/2/305

Vílchez, J.M., Morales, A.M., Garrido. L., Villalobos, J. G. y Tonda, P. (2016). *Física y Química*, *4º ESO*. Madrid, España, Anaya Educación.

S9 Propuesta de una analogía para trabajar el fenómeno de ósmosis en estudiantes de 4º ESO y en 1º de Bachillerato.

Beatriz Gomez-Chacon[1], Arancha León Morillo[2], Lourdes Aragón[1], Esther García-González[1].

[1]Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz.
[2]Departamento de Biología y Geología, I.E.S Fernando Quiñones, Junta de Andalucía.
beatriz.gomezchacon@uca.es

RESUMEN

En el siguiente estudio se ponen en práctica actividades de naturaleza reflexiva en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias a través del uso de analogías y se evalúa el potencial que poseen a través de los resultados obtenidos tras su implementación. En este caso, se trata de una analogía creada por los autores de este trabajo, para acercar el fenómeno de ósmosis a un grupo de estudiantes de 4º de la E.S.O. y de 1º de Bachillerato (Bach). La analogía se basa en comparar el proceso de ósmosis celular con una situación recreada en un tren. La descripción de la analogía se completa con una primera valoración de las limitaciones de los estudiantes tras su implementación, utilizando para ello la opinión del alumnado recogida a través del portafolio individual. Exponemos una primera valoración de dicha analogía para poder rediseñarla y llevarla a una segunda fase de implementación.

Palabras clave: analogía; ósmosis; metodología didáctica; limitaciones

INTRODUCCIÓN

Aprender es un proceso complejo que se lleva a cabo a través de experiencias a las cuales se debe exponer el estudiante (Ortiz y Catalano Dupuy, 2005). Por ello, las investigaciones en educación van dirigidas a facilitar la comprensión conceptual mediante el diseño de nuevos métodos y estrategias de enseñanza con el fin de llegar a un aprendizaje significativo (González y Caballero Mejía, 2019); Salazar et al., 2016). Una ellas es el empleo de analogías (Acevedo Díaz, 2004).

Dentro de la biología celular, los conceptos más difíciles de entender están relacionados con el transporte celular, en concreto, con el proceso de difusión y ósmosis (Marzábal, Merino y Rocha, 2013). La ósmosis es un fenómeno definido como el movimiento neto de agua impulsado a través de una membrana semipermeable para igualar concentraciones. La membrana solo permite el paso de agua, pero no de las moléculas de solutos o iones (Cath, Childress, y Elimelech, 2006). Comprender este proceso es relevante no solo para el campo de la biología sino también para otros campos de conocimiento donde es importante entender fenómenos como la solución, la disolución y la permeabilidad (Fernández-Ferrer et al., 2016; Palmero et al., 2016).

Respecto al fenómeno de ósmosis, una de las dificultades que se detectan en su aprendizaje es que sus fundamentos solo pueden comprenderse desde el nivel molecular, lo cual está muy alejado de la experiencia sensorial de los estudiantes (Sztrajman, 2019). Como detallan Marzábal et al. (2013), la bibliografía recoge obstáculos en las representaciones de los estudiantes en torno al fenómeno de ósmosis; por ejemplo, los alumnos reconocen el concepto de concentración de agua, pero no son capaces de aplicarlo e integrarlo en sus explicaciones. También existen dificultades para comprender las relaciones entre soluto/disolvente, y concentración/cantidad. En definitiva, el fenómeno de ósmosis es un contenido abstracto y complejo, para el cual, se hace necesario proponer y diseñar estrategias de aprendizaje, como las analogías.

En este sentido, el presente estudio tiene por objeto proponer el diseño de una analogía para facilitar la compresión del proceso de ósmosis en estudiantes de educación secundaria, integrada en una secuencia de aprendizaje de actividades de naturaleza reflexiva. Se trata de un estudio piloto, en el cual, se presenta la analogía y se realiza una primera valoración a través del análisis de las limitaciones del propio instrumento por parte del alumnado participante.

MARCO TEÓRICO

Una de las líneas emergentes en didáctica de las ciencias es la búsqueda de estrategias y recursos que promuevan el aprendizaje (Aragón, Oliva y Navarrete, 2010). Es el caso de las analogías que tienen por objetivo favorecer la comprensión de fenómenos y se erigen como un puente entre lo que el alumnado ya sabe (fuente o análogo) y el nuevo conocimiento (objeto o blanco) (Oliva, Aragón y Jiménez-Tenorio, 2015).

Según Duit (1991) las analogías ayudan no solo a comprender y aclarar conceptos o fenómenos a estudiar, sino que permiten visualizarlos, fomentan la abstracción, desarrollan la imaginación y despiertan el interés del alumnado. Rubio, Sánchez y Valcárcel (2018) indican que son recursos valorados positivamente por docentes y alumnos para comprender y explicar modelos concretos. Usar analogías como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, implica comprender cómo los alumnos generan la analogía, superando así, el modelo de alumno como caja negra, y por tanto, obligando al docente a profundizar sobre los mecanismos del razonamiento analógico (Oliva, 2008). Ello supone considerar no solo las fortalezas que posee emplear analogías, también las dificultades que existen en torno a ellas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque metodológico empleado es cualitativo de tipo interpretativo, naturalístico y orientado al estudio de casos. Se trata de analizar el diseño de una analogía implementada por primera vez en un aula de 4º de

E.S.O. y otra de 1º de Bach, en torno al proceso de ósmosis. La pregunta problema se centra en contestar a la cuestión ¿en qué medida la analogía diseñada permite acercar al alumnado al fenómeno de ósmosis?

CONTEXTO Y PARTICIPANTES

La secuencia didáctica se implementó en dos grupos-clase. Uno con 19 estudiantes de 1º de Bach (16-17 años), de la materia Biología y Geología y otro con 22 de la materia Cultura Científica de 4º de la E.S.O. (15-16 años). Los dos de un centro educativo público de la localidad de Chiclana de la Frontera (Cádiz, España), perteneciente a un barrio de familias con un nivel socioeconómico medio-bajo. En ambos casos, la actividad se trabajó previamente a abordar contenidos relacionados con la ósmosis.

DISEÑO DE LA ANALOGÍA

Una de las principales dificultades a las que se enfrentó el alumnado fue el hecho de que la membrana de las células es semipermeable y por tanto, permite el paso libre de agua (difusión) pero no permite el paso de ciertos solutos. El agua fluye de la solución más diluida a la más concentrada, hasta igualar las concentraciones. Ante esta propiedad natural, las células tienen que mantener el equilibrio osmótico con diversos mecanismos homeostáticos, "luchando" por equilibrar esa fuerza por medio de osmolitos compatibles o el transporte activo y poder desarrollar sus funciones, sin deshidratarse ni lisarse.

Para trabajar este proceso diseñamos una analogía que comparaba el vagón de un tren con el proceso de ósmosis celular para una célula animal (figura 1). En este vagón de tren las personas, que tienen autonomía y por tanto, pueden moverse, representaban el líquido (agua) y las maletas, que no pueden moverse por sí mismas, el soluto. La membrana semipermeable queda representada en el lateral del tren con las puertas de entrada y salida. La analogía partía de la premisa de que las puertas tenían un tamaño por el que solo podían pasar las personas para fortalecer la idea de que el soluto (maleta) no puede pasar a través de las membranas. El paso de personas (agua) es lo que posibilita el equilibrio osmótico.

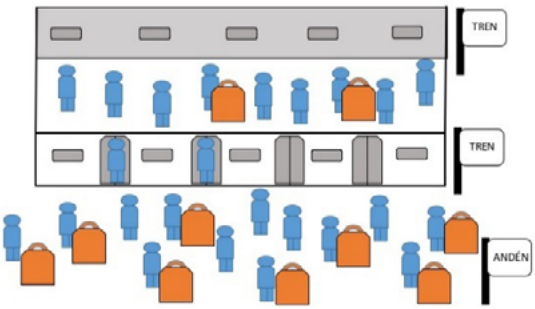


Figura 1. Análogo propuesto para trabajar el fenómeno de ósmosis a través de una analogía.

Se diseñaron un total de 10 actividades organizadas en 5 fases adaptadas de Oliva (2011): introducción del objeto, presentación del análogo, identificación de las similitudes entre objeto y el análogo, explicitación de las diferencias ente análogo y objeto y análisis de limitaciones de la analogía. Todas ellas se trabajaron individualmente. La tabla 1 (ver anexo 1) recoge la secuencia de actividades de trabajo individual. Una vez completado el cuaderno individual se pasó a trabajar en grupos el cuaderno grupal. Este solo contemplaba 6 actividades que se corresponden con las de la fase 2 a la 5.

Instrumentos para valorar el diseño de la analogía y procedimiento de análisis

El diseño de la analogía se plasmó en diferentes instrumentos que sirvieron para su implementación en el aula. Se elaboró una guía para el profesor, con todas las actividades y orientaciones necesarias para su implementación y una breve explicación del sentido didáctico de las actividades a desarrollar. Para el alumnado, se confeccionó un cuaderno de trabajo individual y otro de trabajo grupal. Este incluía una pregunta para conocer las valoraciones del alumnado sobre la utilidad de la analogía.

Para valorar el diseño de la analogía, se realizó un análisis de contenido de las respuestas del alumnado a la pregunta 10. Se estableció un sistema de categorías emergentes, realizado conjuntamente por las autoras. Posteriormente, se realizó un análisis de frecuencias de cada una de las categorías establecidas.

Valoración de las limitaciones de la analogía: análisis del alumnado.

La respuesta del alumnado a la pregunta 10 individual, "¿qué partes de la comparación entre la estación y la célula no te ha servido para entender el proceso de ósmosis celular?", permitió detectar las limitaciones de la analogía desde la percepción del alumnado. Se observaron diferencias con respecto a la comprensión de la analogía, entre el alumnado de 1º de Bach y el de 4º de E.S.O. Una primera muestra es que hay menos alumnos de 1ª de Bach que no contestaron la pregunta, el 26% frente al 45,5% de los alumnos de la E.SO., como aparece en la tabla 2.

Por otro lado, los dos grupos, respondieron con frecuencia similar frases del tipo "todo me ha servido" (22,7% para la E.S.O. frente al 21% de 1ºBach). Por último, el alumnado de Bach presentó un 52% de aportaciones significativas, es decir, que incluían algún tipo de valoración de la analogía. Estas solo representaron el 31,8% para 4º de la E.S.O.

Tabla 2. Frecuencia de respuestas a la actividad 10: en blanco, "todo me ha servido" y aportaciones significativas de cada grupo analizado, 4º de la ESO y 1º de Bach.

	4º ESO	%	1º BACH.	%
Total alumnado	22	100	19	100
Sin contestar	10	45,5	5	26
Respuesta tipo: "Todo me ha servido"	5	22,7	4	21
Respuestas: Aportaciones significativas	7	31,8	10	52

Los resultados de las respuestas sin contestar y el genérico "todo me ha servido" son difícilmente interpretables como falta de interés. Más bien, pueden denotar dificultades para comprender la analogía o los procesos sobre el propio aprendizaje.

Desde la óptica descriptiva, de las 10 respuestas relevantes de 1º de Bach, 3 estaban relacionadas con el dibujo del tren. Dos indicaban que no se entendía bien la parte donde se encuentran las puertas. También indicaban "en la representación, no hay flechas ni señales" (BACH.11) para indicar los movimientos. Otra de las respuestas señaló como dificultad la propia analogía, refiriendo como obstáculo la comparación de "las maletas y moléculas de azúcar" (BACH.9). También ocurre en 4º de E.S.O, donde un alumno indica "Me ha servido todo, pero la actividad 5 menos" (E.S.O.13) (en ella se muestra el análogo y su funcionamiento).

Un alumno de 4º de E.S.O. considera que una retroalimentación permitiría saber si las sus conclusiones son o no correctas: "El que me haya preguntado cómo hacer que entren o salgan las maletas o el azúcar. Si estamos hablando de que estoy en lo cierto, debería aparecer más claro en la explicación. Y la situación del tren me ha parecido buena, pero me ha liado bastante" (E.S.O.21).

El resto de dificultades analizadas (total= 11; 6 de 1º Bach y 5 de 4º E.S.O) estaban relacionadas con las limitaciones para entender las normas ficticias y arbitrarias en el contexto de la situación de la vida real que mostraba el tren: "Que las maletas no quepan por las puertas" (BACH.4), "El hecho de que se separen (las personas y las maletas)"(BACH.5), "Que las personas con maleta no puedan pasar"(BACH.6) y "Las maletas de la estación" (que haya maletas solas) (E.S.O.8). Estas premisas (las maletas no pueden pasar por las puertas, las personas no pueden separarse de la maleta) se consideraron necesarias en el diseño de la analogía para asimilarla al proceso de ósmosis, pero claramente fueron el mayor obstáculo para todo el alumnado.

Conclusiones y propuestas de mejora

Respecto al diseño de la analogía, una de las principales dificultades a la que nos enfrentamos fue el hecho de encontrar una situación de la vida cotidiana, fácil de entender y similar a la **ósmosis. Ello llevó a recrear una** situación que presentaba limitaciones, como que las maletas no podían salir del tren, pero las personas sí. Esta cuestión hizo que los alumnos centraran mucho más su atención en entender cómo habían entrado las maletas en el tren y dificultó la comprensión de la analogía. Una posible mejora sería introducir la secuencia didáctica en el aula a través de un juego educativo similar a analogías ya diseñadas (Franco-Mariscal, Franco-Mariscal, y García, 2017); así se integra de forma **lú**dica, de manera que las normas propuestas sean más asumibles por el alumnado.

Por otro lado, consideramos que la analogía en sí se entendió y el alumnado pudo aplicar el conocimiento adquirido a través de las actividades reflexivas. Sin embargo, se encontró dificultad a la hora de relacionar las maletas con el soluto y, por tanto, poder entender el análogo propuesto, así como el aclarar indicando el sentido del movimiento de los pasajeros en el tren. También se hace necesario explicitar más las conclusiones finales; los estudiantes necesitan dar respuestas a las dudas generadas. Ello es un aspecto positivo, en el sentido de la analogía, pues ofrece oportunidades para trabajar contenidos con dinámicas con las que el alumnado está menos familiarizado.

Finalmente, es importante señalar que la utilización de las analogías en la enseñanza puede presentar ciertas desventajas como la asimilación de un conocimiento erróneo (Oliva et al., 2001), aunque se reafirma su uso cuando el fin es familiarizar al alumno con nuevos tremas a tratar. Quizás el uso de analogías simples para alcanzar conceptos más complejos a priori más difíciles y poco estructurados, como el fenómeno de **ó**smosis, requiera el uso de analogías múltiples y/o integradas. Sin duda es necesaria una segunda implementación, para poder integrar y mejorar la analogía diseñada.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, M., Oliva, J.M., y Navarrete, A. (2010). Analogías y modelización en la enseñanza del cambio químico. Investigación en la Escuela, (71), 93-114.

Acevedo Díaz, J. A. (2004). El papel de las analogías en la creatividad de los científicos: la teoría del campo

electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 1(3), 188-205. Recuperado de: https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16426/Elpapeldelasanalogíasenlacreatividaddeloscientíficos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cath, T.Y., Childress, A.E., y Elimelech, M. (2006). Forward osmosis: principles, applications, and recent developments. Journal of membrane science,281(1-2), 70-87. DOI: https://doi.org/10.1016/j.memsci.2006.05.048

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. Science Education, 78(6), 649-672. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.3730750606

Fernández-Ferrer, G., González-García, F., y Carrillo-Rosúa, J. (2016). Conceptos permeabilidad y porosidad en futuros profesores de Ciencias de Educación Primaria y Secundaria. Geo-Temas, 16(1), 783-786. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10481/42633

Franco-Mariscal, A.J., Franco-Mariscal, R., y Salas, G.S. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la cofiguración electrónica en secundaria. Revista electrónica Ludus Scientiae, 1(2), 01-13. DOI: https://doi.org/10.30691/relus.v1i2.978

González, S. D. C., y Caballero Mejía, K. P. (2019). Estrategias de enseñanza aprendizaje para lograr un aprendizaje significativo en la unidad medio ambiente y recursos naturales del área de ciencias naturales (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua). Recuperado de: http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/11926

Marzábal, A., Merino, C., y Rocha, A. (2013). El obstáculo epistemológico como objeto de reflexión para la activación del cambio didáctico en docentes de ciencias en ejercicio. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 70-83. Recuperado de : http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7490/6733

Oliva, J. M., Aragón, M.M., Mateo, J. y Bonat, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 19 (3), 453-470. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21770

Oliva, J.M. (2008). Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de ciencias sobre el uso de analogías. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5(1), 15-28. Recuperado de: https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3770/3344

Oliva, J.M. (2011). Cómo usar analogías en la enseñanza de los modelos y de los procesos de modelización en ciencias. Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, 69, 80-91.

Oliva, J.M., Aragón, L., y Jiménez-Tenorio, N. (2015). Analogías y progresión del conocimiento del alumnado en la clase de ciencias. Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, 79, 35-44. Recuperado de: https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/20068/Analogias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ortiz, C. y Catalano Dupuy, N. (2005). Aprender desde el arte. Una experiencia transformadora. Argentina, Buenos Aires: Papers Editores.

Palmero, M.L.R., y Moreira, M.A. (2016). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. Investigações em Ensino de Ciências, 4(2), 121-160. Recuperado de: https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/606

Rubio J., Sánchez G., y Valcárcel M.V. (2018). Percepción de profesores y estudiantes de 3ºESO sobre el uso de analogías en el estudio de los estados de agregación de la materia. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15(2), 2104. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.

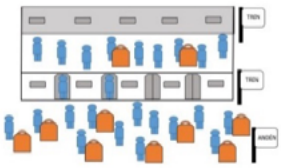
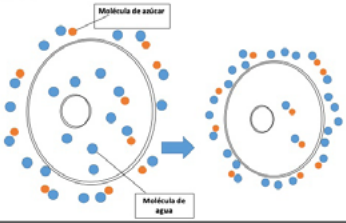
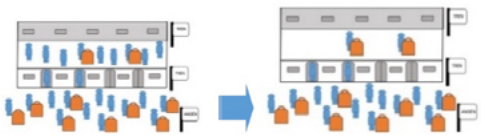
v15.i2.2104

Salazar, F.L.P., González, J.A.L., Ocaño, M.A.F., Valenzuela, I.R.E., Peña, S.L.P., Ruiz, M.J.Y.A., y Tánori, F.A.C. (2016). Estrategias de enseñanza puestas en práctica en ciencias biológicas y salud. Biotecnia, 18(1), 21-28. Recuperado de: http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/224/181

Sztrajman, J. (2019). El uso de analogías para enseñar biofísica en un curso universitario de primer año. Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Edición Extraordinaria. 467-473. Recuperado de: https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/10880/7715

ANEXO 1

Tabla 1. Secuencia de actividades para el trabajo individual adaptado de Oliva (2011)

<table>
<tr><td>FASE 1</td><td colspan="2">Actividad 1. Dibuja una célula animal e indica los nombres de cada una de las partes que existen en ella.
Actividad 2. Sobre el dibujo que has realizado anteriormente ¿puedes explicar cómo entran y salen algunas sustancias en el interior de la célula?
Actividad 3. Pon en común con toda tu clase las respuestas de las actividades 1 y 2. Después completa estas con la nueva información (utiliza un color distinto para las modificaciones).
Actividad 4. ¿Qué es? ¿Cómo crees que puede afectar la ósmosis a la célula?</td></tr>
<tr><td>FASE 2</td><td colspan="2">Actividad 5. La imagen que te presentamos a continuación, representa un vagón de un tren parado en una estación:
a) Describe cada una de las zonas y de los elementos que se visualizan en el dibujo.
b) Explica qué crees que pasará cuando los viajeros que tienen maleta y los que no tienen maleta intenten bajar o subir del tren. Justifica tu respuesta.
c) ¿Dónde habrá más personas? ¿Dónde habrá más maletas?
 
Recuerda que existen dos premisas: tú nunca abandonarías tu maleta y como puede verse en la imagen, las puertas del vagón permiten el paso de personas, pero las maletas no caben.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">FASE 3</td><td colspan="2">Actividad 6. Observa detenidamente las dos situaciones que se presentan a continuación y completa el cuadro.</td></tr>
<tr><td>Situación A
  </td><td>Situación B
  </td></tr>
<tr><td>Sustancia/elemento: agua y azúcar.</td><td>Elemento: personas y maletas.</td></tr>
<tr><td>¿Qué diferencias encuentras entre el agua y el azúcar?</td><td>¿Qué diferencias encuentras entre las distintas personas que aparecen en el dibujo?: personas con y sin maleta.</td></tr>
<tr><td>Partes de la célula que interviene en la entrada y salida de sustancias: membrana plasmática.</td><td>Partes del vagón que interviene en la entrada y salida de elementos: puertas del vagón.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actividad 7. ¿Encuentras semejanzas entre las situaciones A y B? ¿Cuáles? Justifica tu respuesta.</td></tr>
<tr><td>FASE 4</td><td colspan="2">Actividad 8. ¿Encuentras diferencias entre las situaciones A y B? ¿Cuáles? Justifica tu respuesta.
Actividad 9. Teniendo en cuenta lo trabajado hasta el momento, ¿Cómo explicarías el proceso de ósmosis y qué consecuencias podría tener para la célula?</td></tr>
<tr><td>FASE 5</td><td colspan="2">Actividad 10. ¿Qué partes de la comparación entre la estación y la célula no te ha servido para entender el proceso de ósmosis celular?</td></tr>
</table>

S10 ¿Qué tienen en común una patata y una botella de butano? Uso de analogías para modelizar las funciones de los alimentos

Natalia Jiménez-Tenorio[1], María Armario Bernal[1], María José Pinho[2], Rocío Jiménez-Fontana[1], Lourdes Aragón[1]

[1]Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz.
[2] Departamento de Educación, Área de Fundamentos y Prácticas de Enseñanza, Universidad del Estado de Bahía. natalia.jimenez@uca.es

RESUMEN

Las analogías son recursos empleados por los profesores para ayudar a generar situaciones de aprendizaje que pongan en juego contenidos que requieren un alto grado de abstracción. Este estudio presenta los resultados obtenidos en dos clases de 3º de la ESO tras la ejecución de una microsecuencia donde se usa la analogía como medio para favorecer la comprensión de las funciones que realizan los alimentos en el cuerpo. Para el análisis de las respuestas de los alumnos se diseñó una rúbrica. Entre los resultados destaca la labor del grupo para condicionar la respuesta individual posterior así como dificultades en cuanto a la función de ciertos alimentos similares a las recogidas en la literatura. Si bien estas se superan en cierta medida, sería necesario profundizar en el diseño de la analogía, para facilitar los aprendizajes y mejorar los resultados.

Palabras clave: modelización; analogía; funciones de los alimentos.

INTRODUCCIÓN

Los temas de alimentación y nutrición poseen una gran relevancia a nivel personal y social, adquiriendo cada vez mayor importancia la promoción de acciones que favorezcan una alimentación saludable en nuestra ciudadanía (Rodrigo y Ejeda, 2008). Para formar a personas con conocimientos científicos útiles para desenvolverse en su vida diaria y resolver problemas y necesidades vinculadas a su salud y supervivencia, se requiere, entre otras, la competencia en alimentación, caracterizada como "la capacidad de una persona para alimentarse de forma saludable durante su vida, lo que implica seleccionar correctamente los alimentos que han de configurar su dieta y prepararlos de manera segura para su ingestión" (España, Cabello y Blanco, 2014, p. 619).

Respecto al cómo enseñar estos contenidos, las propuestas didácticas deben considerar necesariamente las dificultades que existen en torno ellos. Así, Rivadulla, García-Barros, y Martínez (2008) realizan una recopilación de las dificultades del alumnado sobre este tema. Respecto al tópico de la alimentación y la salud, el alumnado desconoce las características de una dieta saludable apareciendo deficiencias en los hábitos alimenticios, posee conocimientos restringidos de las funciones de los alimentos, presenta problemas a la hora de clasificar estos según su función en el organismo y tiene dificultades para identificar sustancias nutritivas encontradas en los alimentos.

En este sentido, consideramos las analogías como un recurso adecuado para tratar estas dificultades al ser herramientas útiles para reconstruir y visualizar conceptos científicos abstractos (Fernández, Martín y Moreno, 2004), como son las funciones de los alimentos. Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar en qué medida la analogía propuesta favorece la comprensión de las funciones de los alimentos en nuestro cuerpo, superando las dificultades detectadas.

MARCO TEÓRICO

La influencia de las representaciones sociales sobre la alimentación y nutrición humana es evidente, ya que la información referida a ellas invade los medios de comunicación. Esta les permite incrementar sus conocimientos y elaborar diferentes explicaciones que, en muchos casos, son contradictorias con los contenidos que se enseñan en las aulas. Núñez, Mazziteli y Vázquez (2007) muestran que, desde pequeños, los alumnos son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir y crecer, lo cual no sucede con los nutrientes ni con su función dietética (Rodrigo y Ejeda, 2008).

La importancia de conocer la función de los alimentos deriva de que, si bien la función de cada alimento no se educa al estar determinada fisiológicamente, la alimentación entendida como forma y manera de proporcionar al cuerpo humano las sustancias que le son indispensables para mantener la salud y la vida, sí es educable (Fernández-Crehuet y Pinedo, 1988). De ahí que el saber asociar alimentos, nutrientes y funciones (energética, constructora y reguladora) sea indispensable para poder elegir de forma consciente una alimentación coherente con parámetros saludables. Sin embargo, frecuentemente los términos alimentación y nutrición son utilizados como sinónimos, cuando son dos procesos que, aunque íntimamente ligados, son muy diferentes (Cubero, 1983). Diversos investigadores han diseñado propuestas didácticas de corte constructivista con este núcleo y, a pesar de tener una incidencia positiva, no siempre superan dichas dificultades (Banet y Núñez, 1996; Membiela y Cid, 1998).

Con el fin de hacer frente a algunas de estas dificultades, desde nuestra propuesta, se trabaja con modelos de ciencia escolar, entendidos como modelos científicos simplificados mediadores entre la realidad y la teoría. Entre los modelos más comunes encontramos el uso de analogías, las cuales funcionan como representación del conocimiento, favorecen la visualización de conceptos abstractos y pueden ser utilizadas en clase de diversas formas (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001). Según Oliva (2006), las analogías son comparaciones entre nociones que mantienen una cierta semejanza entre sí. Constituyen un recurso frecuente en el contexto es-

colar cuando se pretende hacer más comprensible una idea compleja (objeto o blanco) y utiliza para ello otra más conocida y familiar para el alumno (análogo o fuente). Juegan un papel fundamental en la construcción y la comunicación del conocimiento, por ello parece razonable pensar que constituyan un recurso valioso en la enseñanza de las ciencias (Oliva y Adúriz-Bravo, 2005). Sin embargo, no necesariamente el uso de analogías comporta todas estas ventajas, de manera que su aportación depende estrechamente del modo en el que se utilicen en el aula (Oliva, 2006).

ESCENARIO FORMATIVO

La investigación se realizó en dos aulas del instituto público Fernando Quiñones de Chiclana de la Frontera (Cádiz, España) en la materia de Biología y Geología de 3º de E.S.O, durante el curso 2018-2019. Han participado un total de 27 estudiantes de 14 y 15 años. La primera implementación fue realizada en un aula de 17 alumnos (7 chicas y 10 chicos) agrupados en 5 equipos. La segunda, se realizó en un aula de 10 alumnos (2 chicas y 8 chicos) organizados en 3 equipos. En ambos casos de entre 2 y 4 componentes, aunque estos podían sufrir modificaciones en función de la asistencia a clase de los integrantes. La analogía fue empleada previamente a tratar los contenidos en clase.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha diseñado una microsecuencia basándonos en una analogía extraída de la web. Los objetivos de ésta fueron favorecer la comprensión de las funciones de los alimentos, la clasificación de los mismos según la función realizada en el organismo y la identificación de los nutrientes presentes en estos. Concretamente, se compara el funcionamiento interno del organismo con el proceso de construcción de una casa, optando por una comparación funcional en la que se asemeja, por ejemplo, los ladrillos útiles para edificar con las proteínas necesarias para regenerar un tejido. La puesta en marcha de la analogía constó de tres partes. La primera (individual), recopilaba información sobre los modelos iniciales de los estudiantes. La segunda (grupal), se centraba en los diálogos generados por los equipos y en la posible evolución del aprendizaje. Y la tercera, una pregunta final individual, comprobaba el posible enriquecimiento de los modelos iniciales individuales de los estudiantes tras la fase grupal.

Posteriormente, se realizó un estudio mixto empleando como instrumento de recogida de información los portafolios individuales y grupales de los participantes durante la implementación de la analogía. Se clasificó la información en una rúbrica construida a parir de distintos aspectos como la diferenciación entre nutriente y alimento, el conocimiento de las funciones de estos mismos y el papel de la alimentación en el organismo. Su objetivo era articular modelos mentales y emergentes a través del desempeño de los sujetos. Esta rúbrica abarca tres niveles correspondientes a los modelos, divididos a su vez en subniveles que proporciona submodelos. Estos se establecen en función de los aspectos presentes en las respuestas de los alumnos y ordenados en una secuencia de progresión decreciente respecto a la ciencia escolar (tabla 1). Los submodelos B1A y B1B pertenecen al mismo nivel sin existir una graduación entre ambos. Lo mismo ocurre con los submodelos B2A y B2B. La categorización de las respuestas de los alumnos se realizó por dos parejas diferentes de investigadoras, quienes previamente acordaron los criterios a emplear. En los casos de desacuerdo las investigadoras restantes resolvieron el empate.

Durante la construcción de la rúbrica se detectaron cuatro alimentos conflictivos (guisante, garbanzo, tomate y aceite) catalogados como “excepciones”. Pensamos que éstas pueden estar motivadas por explicaciones intuitivas y reforzadas, debido a las características externas del alimento. De hecho, según Rodrigo y Ejeda (2008) los alumnos interpretan mejor la asociación alimento-nutriente mayoritario que la asociación alimento-función dietética. Así, según las respuestas encontradas en los portafolios, los guisantes y los garbanzos poseen funciones distintas, puesto que el guisante es de origen vegetal (“es verde”) y “tiene vitaminas”, por

tanto, tiene un poder regulador. Los garbanzos, al no ser verdes, parecen asociarse a otros alimentos similares, más conocidos, como las lentejas, y con ello, a su correspondiente función constructora. En cuanto al aceite, suele tener un consumo limitado en las dietas, se clasifica como grasa y no se asume como energético pues entra en contradicción con los hidratos de carbono, por lo que se asocia a constructor (Rodrigo, Ejeda y Caballero, 2013). Para los tomates, fuente de vitaminas, se generaliza que éstas tienen la función de "dar fuerza y energía", lo que podría explicar su dificultad para asociarlo como regulador.

Tabla 1. Rúbrica de los modelos emergentes a través de las respuestas de los alumnos

NIVEL	SUBNIVEL	DESCRIPCIÓN
C= Complejo Conoce los nutrientes, las funciones de los alimentos y el papel de la alimentación	C2 Complejo total	Relaciona el tipo de alimento con los nutrientes mayoritarios, pero conoce que hay otros nutrientes que componen el alimento. Asocia todas las funciones de los alimentos a los nutrientes adecuados y al papel de la alimentación para proporcionar materia y energía.
	C1 Complejo inicial	Clasifica los alimentos según su fuente principal de nutrientes (visión absolutista de alimentos). Asocia todas las funciones de los alimentos a los nutrientes adecuados.
B= Avanzado Conoce los nutrientes y las funciones de los alimentos, pero tiene dificultad en asociarlos. No reconoce el papel de la alimentación.	B2A Avanzado enriquecido A	Clasifica todos los alimentos según su fuente principal de nutrientes. Asocia algunas funciones de los alimentos y nutrientes de forma adecuada.
	B2B Avanzado enriquecido B	Clasifica todos los alimentos según su fuente principal de nutrientes exceptuando guisante, garbanzo, tomate y aceite (excepciones). Asocia correctamente todas las funciones de los alimentos y sus nutrientes.
	B1A Avanzado inicial A	Tiene dificultad para relacionar algunos alimentos con sus correspondientes nutrientes, aunque sean las excepciones. Asocia algunas funciones de los alimentos y nutrientes de forma adecuada.
	B1B Avanzado inicial B	Tiene dificultad para relacionar algunos alimentos con sus correspondientes nutrientes, que no sean las excepciones.
A= Ingenuo No diferencia alimentos y nutrientes ni conoce las funciones principales de los alimentos. Reconoce el papel de la alimentación de forma coloquial.	A2 Ingenuo enriquecido	Tiene dificultad, aunque menor, para relacionar alimentos con nutrientes. Considera que el alimento es bueno para las funciones vitales del organismo, pero no reconoce ninguna función específica de los alimentos.
	A1 Ingenuo simple	Uso indistinto y/o coloquial de los términos alimento y nutriente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se muestran corresponden a las fases 1 y 2 del estudio. La tabla 2 muestra el nivel presentado de cada participante, apreciándose que existe representación en los 3 niveles establecidos. La mayoría se encuentran en el nivel B (avanzado), concretamente en el B1 (avanzado inicial), con estudiantes tanto en el subnivel B1A (51,9%) como en el B1B (22,2%). El siguiente nivel más frecuente es el A2 (ingenuo enriquecido) con un 14,8%. El resto de los niveles presentan porcentajes menores e iguales. Destacar que solo 2 de los 27 alumnos presentan modelos en niveles superiores.

Respecto a la fase grupal, el mayor porcentaje se encuentra en un subnivel superior, en el B2 (avanzado final), en concreto, en el B2B (48%). Asimismo, se visualiza un elevado número de alumnos en el subnivel B1B (44%), probablemente de aquellos que estaban en el subnivel A (ingenuo) en la fase 1 y que ahora no aparecen (tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de alumnos en cada uno de los subniveles

		FASE INDIVIDUAL		FASE GRUPAL		
Nivel	Subnivel	Participantes N=27	Porcentaje* (%)	Grupos N=8	Participantes N=25	Porcentaje* (%)
C	C2	0	0	0	0	0
	C1	1	3,7	0	0	0
B	B2A	0	0	0	0	0
	B2B	1	3,7	4	12	48
	B1A	14	51,9	1	2	8
	B1B	6	22,2	3	11	44
A	A2	4	14,8	0	0	0
	A1	1	3,7	0	0	0

*Los porcentajes están calculados en base al número de participantes

Estos resultados parecen indicar que el trabajo en equipo contribuye ligeramente a mejorar algunas ideas presentes en los participantes. Así, si hacemos un seguimiento de las respuestas de la fase individual a la grupal, se observa que de los 23 participantes, 18 presentan modelos en un nivel superior, 4 permanecen en el mismo, y solo 1 baja de nivel. Hay que indicar que el número total de alumnos en este análisis fue inferior, ya que cuatro no hicieron la fase grupal.

Finalmente, se analizaron los alimentos que al alumnado le resultaba más difíciles de relacionar con su función nutritiva correspondiente. La tabla 3 presenta el número de alumnos que no realizaron esta relación correctamente en las fases 1 y 2. Se observa que, en mayor o menor medida, aparecen representados todos los alimentos puestos en juego en la actividad, lo que indicaría que existe una elevada dificultad o cierto desconocimiento sobre este aspecto. Se observa también que en la fase 1, para la mayoría de alimentos, existe un elevado porcentaje de alumnos que tienen concepciones equivocadas sobre su función (casi 60% en el aceite y casi el 50% en los guisantes, pechuga de pollo, garbanzo y dorada). No obstante, podemos afirmar que se percibe una mejora notable en los resultados obtenidos en la fase 2, pues de un total de 112 errores contabilizados en la fase 1, se redujo a 26 en la fase 2. Así, todas las combinaciones alimento-nutriente han visto disminuida su frecuencia de errores entre ambas fases, llegando incluso a desaparecer en casos como la sal o el arroz. Los ejemplos más representativos son: pechuga de pollo (del 48,1% al 8%), dorada (del 44,4% al 4%),

tomates (del 37% al 4%) y aceite (del 59,2% al 16%). Estos dos últimos junto con los guisantes (del 51% al 32%) y los garbanzos (del 44,4% al 24%) son alimentos denominados "excepciones". Desde el punto de vista de las funciones, se observa que la constructora es la que mayor cantidad de errores acumula en ambas fases (57 y 18, respectivamente), seguida de la energética (de 32 pasa a 5), y la función reguladora (de 23 pasa a 3).

Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de errores de alumnos para cada alimento en relación con la función

Función	Alimento	Fase 1: Individual		Fase 2: Grupal	
		Participantes (N=27)	Porcentaje (%)	Participantes (N=25)	Porcentaje (%)
Construc-tora	Guisantes	14	51,8	8	32
	Pechuga de pollo	13	48,1	2	8
	Garbanzo	12	44,4	6	24
	Dorada	12	44,4	1	4
	Huevo	6	22,2	1	4
	Errores acumulados	57		18	
Reguladora	Tomates	10	37	1	4
	Mandarina	8	29,6	2	8
	Sal	5	18,5	0	0
	Errores acumulados	23		3	
Energética	Aceite	16	59,2	4	16
	Pan	9	33,3	1	4
	Arroz	5	18,5	0	0
	Macarrones	2	7,4	0	0
	Errores acumulados	32		5	

CONCLUSIONES

La analogía implementada en dos aulas de 3º E.S.O ha permitido explorar los modelos iniciales de los participantes en relación a las funciones de los alimentos. Al mismo tiempo, se ha explicitado las dificultades y limitaciones existentes en torno a estos conocimientos. En este sentido, los modelos manejados inicialmente se localizan principalmente en el nivel B y algunos en el A. Tras la fase grupal, todos los participantes se han consolidado en el nivel B, disminuyendo la representatividad de los subniveles B1A y B1B y aumentando la misma en B2A y B2B.

En relación a la asociación alimento-función, queda de manifiesto que tras la fase grupal, la cantidad de errores disminuye considerablemente en todos los alimentos utilizados, incluidas las excepciones. Así, los alimentos constructores son los que más dificultades presentan, mejorando su comprensión después de la fase grupal. Estos resultados están en la línea de otras investigaciones, en las que los alimentos reguladores y energéticos son mejores asociados a sus nutrientes claves que los constructores (Banet y Núñez, 1997; Rodrigo y Ejeda, 2008). Por consiguiente, la analogía propuesta y el trabajo en equipo con las relaciones creadas en clase, han ayudado a los alumnos a superar algunas dificultades en torno a los alimentos. No obstante, sería interesante

seguir profundizando en esta línea para ofrecer mayor lucidez sobre la superación de dichas dificultades a través de recursos como las analogías.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto XXX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banet, E. y Núñez, R. (1996). Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. Investigación en la Escuela, 28, 52-59.

Banet, E. y Núñez, R. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. International Journal of Science Education, 19(5), 509-525.

Cubero, R. (1998). Aprendizaje de la digestión en la enseñanza primaria. Alambique, 16, 33-43.

España, E., Cabello, A. y Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. Enseñanza de las Ciencias, 32(3), 611-629.

Fernández, J., Martín, B. y Moreno, T. (2004). Consideraciones acerca de la investigación en analogías. Estudios Fronterizos, 5(9), 79-105.

Fernández-Creuhet, J y Pinedo, A. (1988). Alimentación, Nutrición y Salud Pública. En G. Piedrola (coord.), Medicina Preventiva y Salud Pública (pp. 250-260). Barcelona, Salvat.

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las Ciencias, 19(2), 231-242.

Membiela, P. y Cid, M.C. (1998). Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. Enseñanza de las ciencias, 16(3), 499-512.

Núñez, G., Mazzitelli, C.A. y Vázquez, S. (2007). ¿Qué saben nuestros alumnos sobre alimentación y nutrición? Revista Iberoamericana de Educación, 43(5), 1681-5653.

Oliva, J.M. 2006. Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de analogías. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3(1), 104-114.

Oliva, J.M. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Las analogías en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, Nº Extra, 1-2.

Rivadulla, J., García-Barros, S., y Martínez, C. (2008). La nutrición humana en la educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. En XXIII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Almería (España).

Rodrigo, M. y Ejeda, J.M. (2008). Concepciones erróneas sobre alimentación en futuros profesores. Construcción de conocimiento pedagógico. Teoría de Educación, 20, 225-247.

Rodrigo, M., Ejeda, J.M. y Caballero, M. (2013). Una década enseñando e investigando en Educación Alimentaria para Maestros. Revista Complutense de Educación, 24(2), 243-265.

S11 Los experimentos mentales para trabajar la nutrición de las plantas en la etapa obligatoria de secundaria

Arancha León Morillo[1], Rocío Jiménez-Fontana[2], María José Pinho[3], Natalia Jiménez-Tenorio[2], Esther García-González[2]

[1]Departamento de Biología y Geología, IES Fernando Quiñones, Junta de Andalucía. [2]Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz. [3] Departamento de Educación, Área de Fundamentos y Prácticas de Enseñanza, Universidad del Estado de Bahía. arancha.leon@iesfernandoquinones.com

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza-aprendizaje sobre la nutrición de las plantas para la etapa de secundaria utilizando un experimento mental. Además, se aportan las valoraciones del alumnado y profesorado tras la realización de la experiencia. Para el diseño de cada una de las actividades de la secuencia didáctica se tuvieron en cuenta los posibles modelos mentales del alumnado. Los resultados muestran que la actividad desarrollada ha interesado al alumnado, este se ha implicado y ha dedicado tiempo a reflexionar y consensuar con su equipo. La secuencia realizada también ha tenido una repercusión positiva para el profesorado implicado. Ante estos resultados, se consideran los experimentos mentales como una buena estrategia a incluir en clases de ciencias por lo que se debería potenciar su uso desde la didáctica de las ciencias.

Palabras clave: nutrición; respiración; fotosíntesis; modelos mentales; modelización.

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación forma parte de un proyecto de investigación más amplio cuyo objetivo es aportar recursos y secuencias didácticas que ayuden a mejorar la enseñanza de contenidos de ciencias que presentan dificultades en su aprendizaje. Este trabajo se centra en la nutrición de las plantas y más concretamente en la respiración y la fotosíntesis. El aprendizaje de ambos conceptos ha suscitado interés en la comunidad científica como queda patente en las numerosas investigaciones en torno a estas temáticas (Astudillo y Gené, 1984; García, 1991; Cañal, 1997; González, García y Martínez, 1999; Charrier, Cañal y Rodrigo, 2006). La mayoría de estas investigaciones se centran en identificar las concepciones y las dificultades de aprendizaje que presenta el alumnado (equiparar el proceso de fotosíntesis al proceso de respiración, noción de respiración inversa, etc.). Sin embargo, aún quedan cuestiones por dilucidar, como es el desarrollo de estrategias y recursos que ayuden a los estudiantes a superar sus dificultades (Charrier et al., 2006).

En este sentido, se consideró que los experimentos mentales podían ser una vía adecuada para trabajar estos contenidos de ciencias ya que presentan importantes ventajas. Son herramientas de validación de modelos mentales adquiridos y permiten crear significados nuevos en contextos colaborativos. Además, son fácilmente aplicables, ágiles, pueden llevarse a cabo en el ámbito del pensamiento y por tanto, no requieren de materiales en aula (Reiner y Gilbert, 2000).

Por otra parte, los beneficios de los procesos de retroalimentación y metacognición han sido ampliamente investigados (Zimmerman, 2002). Es por ello que, en el esfuerzo de diseñar actividades didácticas, es importante tener en cuenta las opiniones sobre el recurso creado de los actores implicados en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El objeto de este trabajo es presentar el diseño de una secuencia didáctica basada en un experimento mental sobre los intercambios de gases llevados a cabo en la nutrición de las plantas, desarrollada en un aula de ESO y la valoración de dicha actividad por el alumnado y profesorado.

MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia, los experimentos mentales han contribuido a la construcción del conocimiento científico. De manera análoga, hoy en día se recurre a ellos para el aprendizaje de la ciencia escolar, ya que componen uno de los recursos más importantes utilizados en los procesos de modelización en ciencia (Gilbert y Reiner, 2000; Reiner y Gilbert, 2000; Justi y Gilbert, 2002). Entendiendo como modelización aquella estrategia destinada a que los alumnos creen, apliquen, pongan a prueba y revisen los modelos de los que disponen sobre nociones de ciencia (Justi, 2006).

Los alumnos, de igual forma que los científicos, construyen representaciones o modelos mentales de la realidad para comprenderla y predecirla (Grosslight, Unger, Jay y Smith, 1991; Johnson-Laird, 1996). Justi y Gilbert (2002) exponen que para que los estudiantes construyan estos modelos mentales, deberían ponerlos a prueba con experimentos reales o mentales. Es por ello que estos últimos se convierten en valiosas herramientas para validar los modelos construidos o revisarlos para transformarlos en otros más sólidos.

Pero, ¿qué son los experimentos mentales? Gilbert y Reiner (2000) los definen como experimentos controlados mentalmente, que no hace falta ejecutar, cuya finalidad es obtener conclusiones acerca del resultado de un fenómeno dado. Para ponerlos en marcha hace falta: disponer de formas gráficas de representación de los modelos mentales empleados, fomentar la comunicación en el aula que facilite el proceso de negociación de ideas y promover en el alumnado el contacto con experiencias (Reiner, 1998). Es por ello que los experimentos mentales suelen tener una componente visual importante, siendo frecuente que se acompañen de dibujos e ilustraciones (Nerssesian, 2002) y también que constituyan una herramienta tanto personal como social que posibilita la construcción de significados (Reiner y Gilbert, 2000). Esto es porque, aunque los experimentos

mentales se generan en cada sujeto de manera individual, pueden ser construidos de forma consensuada en el aula en un ambiente de aprendizaje colaborativo.

METODOLOGÍA

Se diseñó un experimento mental destinado al alumnado que constaba de 16 actividades, combinando tanto el trabajo individual como en pequeño grupo y grupo clase. Este material se complementó con una guía para el profesorado responsable de implementar la experiencia. En ella se exponía el objetivo de cada actividad, los contenidos a trabajar y se explicaban los diferentes pasos a seguir para implementar de modo adecuado dicho experimento mental.

Esta secuencia didáctica se implementó en un grupo-clase de 30 alumnos de 1º de Educación Secundaria Obligatoria de nivel socioeconómico medio-bajo, proveniente de un centro educativo público de la localidad de Chiclana de la Frontera. Se puso en práctica en la clase de Biología y Geología una vez finalizada la unidad didáctica de funciones de las plantas, la propuesta se enmarcó como actividad de recapitulación y aplicación.

Durante la implementación del experimento mental estuvieron presentes tanto la profesora implementadora (PROF) como dos observadores externos (OB1 y OB2). Todos ellos elaboraron diarios y la experiencia fue grabada en vídeo. Además, el alumnado completó un cuestionario de valoración que conjugaba preguntas cerradas sobre el grado de dificultad (sencillez), claridad, utilidad, interés, capacidad para entretener (entretenida) y capacidad para motivar (motivadora), y preguntas abiertas.

Para el análisis de las valoraciones del alumnado y profesorado se utilizó un Análisis Textual-Discursivo (ATD) (Moraes, 2003; Moraes y Galiazzi, 2006, 2016; Medeiros y Amorim, 2017). Este consiste en un proceso riguroso, sistemático y no neutral, en el que la interpretación llevada a cabo por los investigadores conlleva una subjetividad, que involucra las visiones del mundo del investigador, sus discursos e ideas personales, expandidas y reelaboradas durante el proceso de construcción del conocimiento.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO MENTAL

Este experimento mental se diseñó para profundizar en modelos existentes entre el alumnado sobre la nutrición vegetal, en este caso, empleando la experiencia de Josep Priestley (González, Martínez y García, 2014). Aunque originalmente se diseñó para ser utilizada previamente a abordar los contenidos relacionados con el funcionamiento vegetal, también es una secuencia adecuada para un momento posterior, ya que favorece la posibilidad de realizar predicciones y de aplicar lo aprendido.

El modelo profundiza de forma específica sobre los intercambios de gases por parte de los seres vivos y en concreto de las plantas, durante el día y la noche.

En el Anexo I se muestra un resumen de la secuencia didáctica, contextualizada en cada fase del proceso de modelización con experimentos mentales, así como el propósito didáctico de cada actividad. La experiencia didáctica alterna trabajo personal, en pequeños grupos y gran grupo. Estos cambios en los agrupamientos son fundamentales para el correcto desarrollo de la secuencia.

VALORACIÓN DEL DISEÑO

Valoración del alumnado

El cuestionario de valoración del alumnado presentaba una primera parte que permitía una evaluación cuantitativa cuyos resultados se muestran en la figura 1. Las valoraciones son generalmente positivas (“mucho” o “bastante” entre el 40% y el 68%) o adecuadas (“normal” entre el 30% y el 56%). Cabe destacar que las valo-

raciones más desfavorables (“poco” y “muy poco”) o no aparecen (“muy poco” =0%) o aparecen en muy baja proporción en algunos ítems (“poco” entre 0% y 8%). Los ítems a los que mayor número de alumnado dio la máxima puntuación fueron en primer lugar la capacidad para entretener (28%) y en segundo lugar el interés (16%) y la claridad (12%). Puede deducirse que la actividad presentó un grado de dificultad normal, en parte gracias a la claridad del material y que resultó en gran medida entretenida, motivadora, interesante y útil.

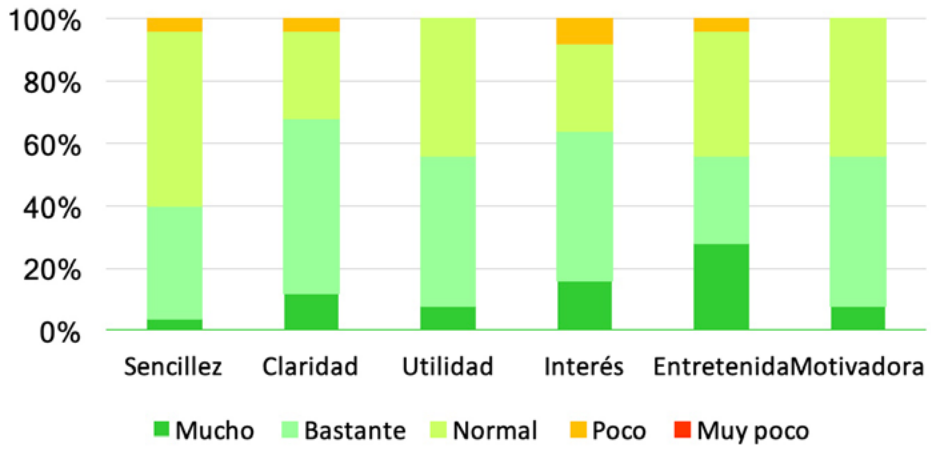


Figura 1. Proporción de las valoraciones cuantitativas del alumnado de la secuencia implementada

En la segunda parte del cuestionario, se pedía al alumnado valorar y justificar con sus palabras qué les había parecido la actividad. En este caso, se analizaron las respuestas del alumnado participante realizando un análisis de sus discursos que fueron categorizadas como agradable o desagradable. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Palabras citadas en la valoración cualitativa

CATEGORÍA: AGRADABLE	
Palabras	Frecuencia
Interesante Divertida	10 8
Buena Bien Útil Entretenida Normal Motivadora Interactiva Clara	6 5 3 3 2 1 1 1

CATEGORÍA: DESAGRADABLE	
Palabras	Frecuencia
Poco interesante Aburrida	2 2
Poco útil Rara Poco motivadora No me gusta Difícil Confuso	1 1 1 1 1 1

En la categoría Agradable, la palabra más usada por los estudiantes fue “interesante” seguida de “divertida”. Mientras que en la categoría Desagradable, las palabras más citadas fueron “poco interesante” y “aburrida”. Si atendemos a las frecuencias totales para cada una de las categorías, observamos que es mayor la que aparece en la categoría agradable, lo cual indica que la actividad fue gratificante para la mayoría de estudiantes. Cabe destacar que solo dos estudiantes mostraron insatisfacción con la actividad.

Valoración del profesorado y los observadores externos

Las aportaciones reflejadas nos aproximan a la validez del experimento mental presentado. Estas contribuciones se mueven en dos ámbitos diferentes. Por una parte, desde el diseño de la secuencia de actividades en sí misma y, por otra parte, para su implementación en el aula.

En cuanto al diseño, ambos observadores reflejan que los enunciados de las actividades no dejan claro si el sol está presente o no en la situación planteada. Por otra parte, el OB2 indica que la presencia del sol y la luna confunde por lo que sería mejor sustituirlos por las palabras día y noche. Asimismo, el OB1 considera que sería necesario añadir el dato del tiempo durante el cual la planta y/o ratón están dentro de la campana, ya que es un dato que el alumnado requirió durante la experiencia como muestra el siguiente comentario: "Es que en una noche la planta no se muere, pero si está durante un tiempo prolongado sí" (ALUMNO).

Si atendemos a su implementación, hay que tener en cuenta que es el profesor quien al poner en marcha la actividad puede mediar con el proceso de lectura, identificando los límites interpretativos establecidos para mejorar las deficiencias que tenga el texto, así como las posibles lecturas incorrectas que pueda hacer el alumnado. En este proceso, las preguntas, reflexiones y disputas, desacuerdos y confrontaciones intelectuales son situaciones privilegiadas que permiten la construcción de significados, como requiere el uso de experimentos mentales (Kiouranis, Souza y Filho, 2010).

En este aspecto, sobre la fase de la puesta en común de la implementación el OB1 refleja que la profesora fue grupo por grupo preguntando sobre las conclusiones obtenidas, haciendo que esta fase fuera ordenada. Sin embargo, esto dificultó la interacción entre las ideas de todos los alumnos, así lo muestra el comentario de OB1 "… al estar un grupo hablando, la profesora se centraba en la opinión de estos y dejaba a un lado las posibles intervenciones de otros alumnos.". También es necesario dedicar más tiempo a la puesta en común en el gran grupo "ya que todos quieren exponer sus conclusiones, aunque que sean semejantes y se diferencien en una única palabra a las de sus compañeras y compañeros" (PROF).

CONCLUSIÓN

Como ha quedado de manifiesto, los implicados en el proceso entienden que el experimento mental presentado es una actividad apropiada para mejorar la enseñanza y aprendizaje sobre la nutrición de las plantas. Desde la perspectiva del alumnado, la mayoría de las valoraciones son positivas, triplicándose los términos agradables a los desagradables. De otra parte, las valoraciones realizadas por la profesora y observadores, afianzan lo expresado por los alumnos, haciendo hincapié en el interés e implicación del alumnado, principalmente mediante la reflexión y el consenso con sus compañeros de equipo. También reflejan carencias en relación con el propio diseño y su puesta en marcha. Ello implica hacer reajustes en los dibujos, concretando el día y la noche y la duración de las situaciones expuestas. Respecto a la implementación se resalta el papel del profesor para gestionar las puestas en común y promover la interacción de ideas, esforzándose porque todos los grupos participen y sean escuchados, así como dedicar el tiempo que ello requiere.

Todo ello lleva a pensar que, además de la validez del diseño utilizado, la metodología con trabajo en grupo ayuda en la construcción del conocimiento. Vigotski (2009) y Bakhtin (2009) defienden que el conocimiento y el aprendizaje son dimensiones colectivas y que un enfoque histórico-cultural puede ayudar a comprender cómo sabemos y aprendemos de los procesos interactivos y discursivos. Estos procesos lo podemos encontrar en propuestas didácticas centradas en la modelización ya que en ellas se suelen realizar puestas en común que incluyen debate y persuasión haciendo que el alumnado llegue a conclusiones sobre un tema a través de un proceso de razonamiento lógico por la argumentación, pues aprender a argumentar es visto como proceso central […] para aprender a pensar y a construir nuevas comprensiones [dado que] comprender por qué algunas ideas son incorrectas importa tanto como comprender por qué otras ideas pueden ser correctas (Osbor-

ne, 2010). Además, como ya se puso de manifiesto, el objetivo de los agrupamientos es la socialización de los estudiantes, colocándolos en situaciones en las que necesitan aprender a escuchar y respetar las opiniones de sus colegas, negociar y/o modificar a sus propias ideas (Galiazzi y Gonçalves, 2004). De esta forma se promoverá no solo la construcción de determinados conocimientos puestos en juego sino también el desarrollo de la competencia científica.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astudillo, H. y Gené, A. (1984). Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 2(1), 15–16. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50688

Bakhtin, M. (2009). Marxismo e filosofia da linguagem. São Paulo: Hucitec. Recuperado de: https://hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Bakhtin-Marxismo_filosofia_linguagem.pdf

Cañal, P. (1997). La fotosíntesis y la "respiración inversa" de las plantas: ¿un problema de secuenciación de los contenidos? Alambique, 14, 21–26. Recuperado de: http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART7_Vol7_N2.pdf

Charrier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 24(3), 401–410. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/76035

Galiazzi, M.do C. y Gonçalves, F.P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. Quim. Nova, 27(2), 326-331. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027.

García, A. M. (1991). Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de Bachillerato y COU. Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 9(2), 129–134. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51372

Gilbert, J.K. y Reiner, M. (2000): Thought experiments in science education: potential and current realization. International Journal of Science Education, 22(3), 265-283. DOI: https://doi.org/10.1080/095006900289877

González, C., García, S. y Martínez, C. (1999). Concepciones de los alumnos de Bachillerato acerca de la función de los gases en el proceso de fotosíntesis. La Didáctica de Las Ciencias. Tendencias Actuales, 18, 335–344. Recuperado de: http://hdl.handle.net/2183/10860

González, C., Martínez, C. y García, S. (2014). El modelo de nutrición vegetal a través de la historia y su importancia para la enseñanza. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11(1), 2-12. Recuperado de: https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2858/2506

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. y Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. Journal of Research in Science Teaching, 28(9), 799–822. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.3660280907

Johnson-Laird, P.N. (1996). Images, models, and propositional representations. In De Vega et al (Ed.), Models

of visuospatial cognition (pp. 90-107). New York, Oxford UniversityPress.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las Ciencias, 24(2), 173-184. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers´ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. International Journal of Science Education, 24(4), 369-387. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690110110142

Kiouranis, N.M.M., Souza, A.R. de, Filho, O.S. (2010). Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas. Revista Brasileira de Ensino de Física, 32(1), 1507-1-1507-10. Recuperado de: https://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n1/a19v32n1.pdf

Medeiros, E.A. y Amorim, G.C.C. (2017). Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados qualitativos para a pesquisa em Educação. Laplage em Revista (Sorocaba), 3(3), 247- 260. DOI: https://doi.org/10.24115/S2446-6220201733385p.247-260

Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. Ciência & Educação, 9(2), 191-210. Recuperado de: https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf

Moraes, R. y Galiazzi, M.C. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. Ciência & Educação, 12(1), 117-128. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100009

Moraes, R. y Galiazzi, M. C. (2016). Análise Textual Discursiva. (2a ed.) Ijuí: Unijuí.

Nersessian, N. (2002). The cognitive basis of modelo-based reasoning in science. En P. Carruthers, S. Skitch y M. Siegal (eds.), The cognitive basis of science, Cambridge University Press. N.Y.

Reiner, M. (1998). Thought experiments and collaborative learning in physics. International Journal of Science Education, 20(9), 1043-1058. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069980200903

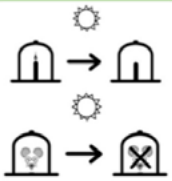
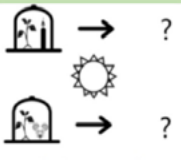
Reiner, M. y Gilbert, J. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. International Journal of Science Education, 22(5), 489–506. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069980200903

Vigotski, L. S.(2009). A construção do pensamento e da linguagem. Martins Fontes: São Paulo.

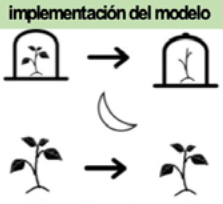
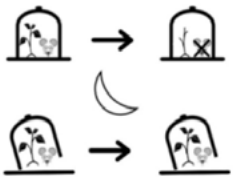
Zimmerman, B.J. (2002). Becoming a self-regulated learner: an overview. Theory into Practice, 41(2), 64-70. DOI: https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

ANEXO I.

Secuencia didáctica propuesta. Cuando los agrupamientos no se indican de forma explícita es trabajo individual

FASES	Fase 1: facilitar un escenario para construir el modelo	Fase 2: implementación del modelo	Fase 3: retroalimentación	Fase 4: continuación de la implementación del modelo	Fase 5: retroalimentación
RESUMEN DEL DISEÑO	 ¿Por qué sucede esto?	 ¿Qué sucederá?	1º Compartir en pequeños grupos: Argumentación y consenso 2º Compartir gran grupo: Debate	¿Variaría el resultado?	1º Compartir en pequeños grupos: Argumentación y consenso 2º Compartir gran grupo: Debate
PROPÓSITO DIDÁCTICO	Presentar una situación significativa de forma sorprendente, que active las intuiciones de alumnado y lo familiarice con el contexto de estudio.	**Cuestionar, a través de un conflicto cognitivo, el modelo explicitado en la fase anterior.** Se introduce un nuevo elemento, la planta, que permite modificar la situación inicial y realizar predicciones.	**Contrastar ideas propias con las del resto de compañeros y seleccionar predicciones compatibles con el método científico.** No adelantar que las plantas también respiran	**Poner de manifiesto la relación entre la luz y la fotosíntesis necesaria para el siguiente experimento.**	**Contrastar ideas propias con las del resto de compañeros y seleccionar predicciones compatibles con el método científico. Acordar que durante la noche no hay fotosíntesis Preparar el escenario para introducir experimentos con respiración vegetal.** No adelantar que las plantas también respiran

Si el alumnado concluye que la planta de la fase 4 moriría por falta de oxígeno se les puede retar a desarrollar un experimento para poner ese hecho de relevancia y pasar

FASES	Fase 6: continuación de la implementación del modelo	Fase 7: retroalimentación	Fase 8: aplicación	Fase 9: revisión	Fase 10: evaluación
RESUMEN DEL DISEÑO	 ¿Por qué sucede esto?	1º Compartir en pequeños grupos: Argumentación y consenso 2º Compartir gran grupo: Debate	 ¿Cómo explicaríais esto? ¿Es necesario sacar las plantas de las habitaciones por la noche? Puesta en común en gran grupo	Recapitular ideas relevantes 1º personal, 2º pequeños grupos 3º gran grupo	¿Las plantas respiran? ¿Cuándo? Justifica tu respuesta.
PROPÓSITO DIDÁCTICO	**Centrar la atención del alumnado a la necesidad de las plantas de respirar**	**Contrastar ideas propias con las del resto de compañeros y seleccionar predicciones compatibles con el método científico.** Acordar que las plantas respiran, de día y de noche.	**Aplicar los conocimientos trabajados para superar ideas no científicas erróneas.** Permite desmontar la creencia popular de que no se puede dormir con una planta	**Recapitular los pasos realizados, Replantearse las conclusiones elaboradas Reflexionar sobre avances alcanzados.**	**Evaluar, de manera individual el grado de adquisición de los conocimientos que pretende desarrollar este experimento mental.**

S12 ¿De qué está hecho el aire? Destrezas y habilidades en una propuesta de modelización

Juan José Vicente Martorell[1], Jesús Matos Delgado[2], María del Mar Aragón Méndez[3]

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. juanjose.vicente@uca.es[1]; IES Santo Domingo, El Puerto de Santa María, Cádiz[2]; Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz[3].

RESUMEN

El desarrollo de las habilidades y destrezas implicadas en los procedimientos propios de la metodología científica constituye una finalidad clave en la formación científica de los ciudadanos. En esta comunicación se analizan las habilidades y destrezas desarrolladas mediante una secuencia en la que se modeliza la constitución submicroscópica del aire, mediante el uso de analogías, con la finalidad de valorar el potencial de la secuencia para implicar a los estudiantes en la práctica científica de la modelización. La secuencia se enmarca en la asignatura de Física y Química de 2º de ESO (13-14 años). Se proporciona, además una herramienta que permite evaluar los desempeños de los estudiantes en dicha práctica.

Palabras clave: modelización; analogías; habilidades y destrezas; estructura de la materia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este trabajo se engloba en otro más amplio que pretende proponer contextos de aprendizaje en los que los estudiantes, monitorizados por el profesor, tengan la oportunidad de construir, aplicar y poner a prueba modelos, a través de recursos como analogías, simulaciones, animaciones o experimentos mentales. En este marco, en la presente comunicación se analizan las habilidades y destrezas implicadas en el proceso de modelización puesto en marcha en una secuencia didáctica que tiene como objeto la elaboración de un modelo submicros-

cópico del aire, usando las analogías como recurso. En concreto, es de interés determinar no sólo cuáles son las capacidades que potencialmente desarrollaría la secuencia, sino también en qué medida estas favorecerían la reflexión y no sólo la memorización o recuperación de información. Para evaluar en el futuro la secuencia en el sentido indicado, se diseña un instrumento que permita analizar el desempeño de los estudiantes en la competencia de modelización.

MARCO TEÓRICO

El desarrollo de las habilidades y destrezas implicadas en los procedimientos propios de la metodología científica constituye una finalidad clave en el aprendizaje de las ciencias y, en un sentido más amplio, en la formación científica de los ciudadanos (Hodson, 1992). El análisis de las capacidades involucradas en las tareas científicas escolares se hace necesario para determinar en qué medida dichas tareas contribuyen a la adquisición de habilidades y destrezas y favorecen el desarrollo de la competencia científica (Zohar 2006), ya sea en el ámbito de la modelización, la indagación o la argumentación y comunicación en ciencias. Al mismo tiempo, ofrecerían un medio para determinar el grado en el que los estudiantes desarrollan la competencia en ciencias.

El análisis de las capacidades puede partir de la denominada Taxonomía revisada de Bloom, (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002; Amer, 2006). Esta propone dos dimensiones diferentes para los objetivos de aprendizaje, una que se refiere al conocimiento y otra a los procesos cognitivos propios del aprendizaje. La dimensión de los procesos cognitivos contempla seis categorías diferentes: reproducción, comprensión, aplicación, análisis, evaluación y creación. Se considera que es posible desarrollar capacidades de mayor complejidad sin llegar a dominar otras menos complejas.

Existe un alto consenso respecto a la necesidad de fomentar los procesos cognitivos denominados de orden superior (Resnick, 1987), como componentes esenciales de la educación científica. Aunque Resnick no define en qué consiste, el pensamiento de orden superior señala que se caracteriza por ser complejo, no algorítmico, produciendo a menudo soluciones múltiples e involucran la aplicación de criterios diversos, la incertidumbre y la autorregulación. La importancia de la adquisición de habilidades complejas se manifiesta en el desarrollo de propuestas curriculares que inciden especialmente en el aprendizaje del pensamiento complejo en clase de ciencias (Zohar, 2006). Este mismo autor indica que la mayoría de habilidades y destrezas propias de la indagación, serían de orden superior, señalando como tales la formulación de preguntas de investigación y de hipótesis, el diseño de experiencias, la comparación, el enunciado de conclusiones y la elaboración de argumentos. Son considerados pensamientos de orden inferior la memorización y recuperación de la información.

HABILIDADES Y DESTREZAS VINCULADAS A LA MODELIZACIÓN

En el caso de la modelización, la enseñanza de las capacidades necesarias para la tarea de modelizar se convierte en un aspecto esencial (Harrison y Treagust, 2000; Justi y Gilbert, 2002; Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005; Chamizo, 2010). Las capacidades implicadas dependerán del nivel de complejidad que la tarea de modelización requiera, expresar y comprender modelos, usar modelos, revisar modelos conocidos, reconstruir modelos ya existentes o crear nuevos modelos (Justi y Gilbert 2002). En trabajos anteriores se han relacionado habilidades propias de las tareas de modelización, con los niveles de complejidad establecidos por Justi y Gilbert para esta tarea (Oliva-Martínez, Aragón-Méndez y Cuesta, 2014). Además, el manejo de analogías, como recurso útil a la modelización, implica las habilidades y destrezas similares a las de modelización, tal como se contempla en la tabla 1 (Nersessian, 1992; Harrison y Treagust, 2000; Justi y Gilbert, 2002, Oliva, 2004; Justi, 2006; Oliva y Aragón, 2007), desarrollándose también según diferentes niveles de complejidad (Oliva y Aragón, 2009a, 2009b).

Los niveles de complejidad para la tarea de modelización y las actividades analógicas guardan una estrecha relación con las categorías que Anderson et al. (Anexo 1) proponen en su revisión de la taxonomía de Bloom,

TBR (Tabla 1). Encontramos, que la realización de tareas de modelización y de actividades de pensamiento, permiten desarrollar, sobre todo, capacidades de orden superior, por ser, atendiendo a los criterios de Resnick (1987), complejo, no algorítmico, permitiendo a menudo soluciones múltiples e involucrando la aplicación de criterios diversos, la incertidumbre y la autorregulación.

Respecto al tipo de conocimiento implicado, atendiendo también a la Taxonomía de Bloom revisada, distinguimos aquellas que se refieren al conocimiento factual, A1, al conocimiento conceptual de los modelos implicados, M1, al conocimiento procedimental, M10, de gestión de distintos modelos, y al conocimiento metacognitivo sobre los modelos y las analogías, M3, M7, M9, A3 y A7.

Tabla 1. Categorías asignadas a las capacidades de modelización y razonamiento analógico

CATEGORÍAS SEGÚN TBR	CAPACIDADES VINCULADAS A TAREAS DE MODELIZACIÓN	CAPACIDADES VINCULADAS A TAREAS DE RAZONAMIENTO ANALÓGICO
Reproducción	M1, M3, M7, M9	A1, A3, A7
Comprensión	M2	A2
Aplicación	M4, M5, M6	A4, A5, A6
Análisis	M10	A10
Evaluación	M8	A8
Creación	M11, M12	A11, A12, A13

ESCENARIO DIDÁCTICO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Contexto didáctico

Esta comunicación presenta las capacidades trabajadas en una microsecuencia que tiene como objetivo la construcción de un modelo submicroscópico interpretativo de la expansión y comprensión del aire, empleando analogías como recurso. La microsecuencia de actividades está constituida por 4 fases diferenciadas, que incluyen el explicitación de ideas, la exploración de fenómenos, la construcción del modelo y aplicación del mismo. Esta secuencia se llevó a cabo a lo largo de dos sesiones y media de clase de 60 minutos.

Participantes

La microsecuencia didáctica ha sido implementada en la asignatura de Física y Química en el 2º curso de ESO (13-14 años) de un centro educativo de la ciudad de XXX, situado en la zona urbana, el cual posee un alumnado similar con un nivel socioeconómico medio. Los alumnos, 12 chicos y 15 chicas, han trabajado en grupos de 3 o 4 alumnos.

Instrumentos

El sistema de categorías que se aporta procede del análisis de la información obtenida mediante diferentes instrumentos, entre los que se encuentran los porfolios de los alumnos, las notas de un observador externo que asistió a las sesiones y el propio diario del profesor. Así mismo, las sesiones fueron grabadas en video, previo consentimiento del centro y de las familias del alumnado, lo que permitió acceder a detalles sobre el discurso de aula en gran grupo y, en ocasiones puntuales, a las discusiones en pequeño grupo.

Procedimientos de análisis

Tanto el análisis de las capacidades y destrezas puestas en marcha en la secuencia como la elaboración de un instrumento para la evaluación del nivel de desarrollo de las mismas, ha sido fruto de un análisis inter-jueces, los investigadores externos y los profesores que implementaron la secuencia.

Para la elaboración del instrumento de evaluación de capacidades, se partió de una rúbrica inicial para cada una de las actividades, que se fue reelaborando a partir de los argumentos dados por los alumnos en cada una de las fases de la microsecuencia didáctica, hasta que todos los jueces acordaban que los indicadores resultaban apropiados, obteniendo como resultado un conjunto de rúbricas en el que se estableció 5 niveles de progresión para el desempeño de habilidades y destrezas.

Destrezas y habilidades que se trabajan durante la actividad analógica ¿De qué está hecho el aire?

Como se ha indicado, la secuencia analizada pretende que los estudiantes desarrollen algunas de las capacidades implícitas en la modelización y, de forma especial, mediante la actividad analógica favorecer su participación en el proceso de construcción del modelo fomentando su creatividad y la imaginación (Oliva y Aragón, 2009a; Oliva, Jiménez y Aragón, 2016).

En la primera actividad, de exploración, no se puede decir que se esté desarrollando capacidad alguna, puesto que no ha habido un aprendizaje previo.

La segunda actividad pone a los estudiantes en situación de describir una experiencia de expansión y comprensión del aire encerrado en un globo, lo que deben ser visto en términos de las variaciones de volumen y presión.

En la tercera actividad, el docente proporciona una analogía que compara el aire con un sistema continuo elástico, una nube de azúcar. Los estudiantes deberían constatar que, en ambos sistemas se observan variaciones de volumen al modificar la presión, pero mientras que no se aprecian límites en la expansibilidad del aire, esto si ocurre en la nube de azúcar. Además, el aire podría mezclarse con otros gases, pero no se aprecia un fenómeno similar con la nube de azúcar. De todo ello se podría inferir que el aire no se comporta como un sistema continuo.

Seguidamente, en la cuarta y quinta actividad, se da la oportunidad de generar análogos propios. En el caso de que los alumnos no ideasen análogos, se les proporcionan ideas, siendo, en cualquier caso, tarea de los estudiantes el establecimiento de las relaciones que permitan construir las analogías.

La sexta actividad, ofrece la oportunidad de analizar las diferentes analogías usadas para extraer las relaciones analógicas útiles, las ideas significativas, para construir con ellas un modelo corpuscular capaz de explicar el comportamiento del aire.

Una vez consensuado y formalizado el modelo proposicional y simbólico, en la séptima actividad los alumnos deben aplicarlo para interpretar el fenómeno de expansión y comprensión del aire, explicitando el significado de los símbolos empleados.

La última actividad demanda la interpretación de una situación, distinta a la abordada, en la que el aire se expande y comprime. Para ello pueden usar un modelo de gases a escala macroscópica, microscópica y/o simbólica.

En la tabla 2 se recogen las actividades que constituyen la secuencia indicándose cuáles son las capacidades que se pretenden desarrollar con la secuencia de actividades y cuál sería la naturaleza del proceso cognitivo puesto en marcha según la TBR.

Tabla 2. Habilidades y destrezas desarrolladas en la SEA ¿De qué está hecho el aire? según la TBR

ACTIVIDAD	CAPACIDADES RELACIONADAS CON LA MODELIZACIÓN Y EL RAZONAMIENTO ANALÓGICO	CATEGORÍA SEGÚN TBR
Realización de una experiencia con una jeringuilla y un globo en su interior.	M1	Reconocimiento
	M2	Comprensión
Comparar el comportamiento del aire con el de un sistema análogo continuo.	A8	Evaluación
Propuesta de análogos de comportamiento similar al aire.	A11, A13	Creación
Puesta en común de los análogos desarrollados.	A10	Análisis
Formalización de un modelo discontinuo a partir de múltiples análogos	A13 M11	Creación
Establecimiento y aplicación de un modelo simbólico para representar el aire	M4	Aplicación
Aplicación del modelo a una nueva situación.	M6	Aplicación

CONCLUSIONES

Podemos concluir que las tareas de modelización, apoyadas por el pensamiento analógico, cubren ampliamente diferentes dimensiones de los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje de las ciencias, y en concreto en el desarrollo de la competencia de modelización, contemplando capacidades de orden superior que indican un escenario propicio para la práctica reflexiva. Además, abarcan un amplio espectro en cuanto al tipo de contenido. Es posible, además, mediante un sistema de categorías, determinar el nivel competencial de los estudiantes, lo que permitirá en estudios que ya estamos realizando evaluar la pertinencia de la secuencia didáctica en cuanto a los objetivos previstos.

AGRADECIMIENTO

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amer, A. (2006). Reflection son Bloom's revised taxonomy. Electronic Journal of Researching Educational Psychology, 8(4), 213-230. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/2931/293123488010.pdf

Anderson, L.W.; Krathwohl, D.R.; Airasian, P.W.; Cruikshank, K.A.; Mayer, E.R.; Printich, P.R.; Raths, J. y Wittrock, M.C. (2001). A taxonomy for learning teaching and assessing: A revision of Blooms taxonomy. New York: Longman.

Chamizo, J.A. (2010) Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7(1), 26-41. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/9861. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cien

Harrison, A.G. y Treagust, D.F. (2000). A tipology of school science models. International Journal of Science Education, 22(9), 1011-1026. DOI: https://doi.org/10.1080/095006900416884

Hodson, D. (1992) In search of a meaningful relationship: An exploration of some issues relating to integration in science and science education. International Journal of Science Education, 14 (5), 541-566. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069920140506

Izquierdo, M. y Adúriz Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de química. Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias, Número Extra. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp490modteo.pdf

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las Ciencias, 24(2), 173-184. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002) Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. International Journal of Science Education, 24 (4), 369-387. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690110110142

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2006). The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry. En P.J. Aubusson, A.G. Harrison y S.M. Ritchie (eds.), Metaphor and analogy in science education, pp. 119-130. Dordrecht: Springer. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F1-4020-3830-5_10. DOI: https://doi.org/10.1007/1-4020-3830-5_10

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. Theory into practice, 41(4), 212-218. DOI: https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2

Nersessian, N. J. (1992). How do scientifics think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. En Giere, R. N. (ed.) Cognitive Models of Science. University of Minnesota Press. Minneapolis, MN. 3-45. Recuperado de: https://www.cc.gatech.edu/aimosaic/faculty/nersessian/papers/how-do-scientists-think.pdf.

Oliva, J.M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3(3). Recuperado de: http://www.saum.uvigo.es/reec/.

Oliva, J.M; Aragón, M.M. (2007). Pensamiento analógico y construcción de un modelo molecular para la materia. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4(1), 21-41. Recuperado de: http://reuredc.uca.es. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cien

Oliva, J.M. y Aragón, M.M. (2009a). Aportaciones de las analogías al desarrollo del pensamiento modelizador de los alumnos en química". Educación química, 20(1), 41-54. DOI: https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30006-5

Oliva, J.M. y Aragón, M.M. (2009b). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), pp. 195-208. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/39873

Oliva-Martínez, J.M., Aragón-Méndez, M., y Cuesta, J. (2015). The competence of modelling in learning chemical change: a study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(4), 751-791. DOI: https://doi.org/10.1007/s10763-014-9583-4

Oliva, J. M., Jiménez-Tenorio, N., y Aragón-Núñez, L. (2016) Analogías, intuición y pensamiento creativo en la ciencia y en la educación científica. Ciencia y Educación 3, 4. Recuperado de: https://sites.google.com/site/cienciayeducacionweb/home/ciencia-y-educacion/numero-3/analogias-intuicion-y-pensamiento-creativo-en-la-ciencia-y-en-la-educacion-cientifica

Resnick, L. (1987) Education and learning to think. Washington DC: National Academy Press.

Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las ciencias 24*(2), 157-172. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/21899

ANEXO 1.

Habilidades y destrezas vinculadas a tareas de modelización de razonamiento analógico

NIVELES DE COMPLEJIDAD	MODELIZACIÓN	ACTIVIDAD ANALÓGICA
Comprensión y expresión de modelos/ analogías	M1. Formulación y expresión de los modelos aprendidos utilizando la terminología científica al manejar los conceptos y las relaciones entre ellos.	A1. Formulación y expresión de las analogías, explicitando las relaciones entre ideas o conceptos que las sustentas.
	M2. Reconocimiento de diversos modelos para representar un mismo sistema, diferenciándolos entre sí.	A2. Reconocimiento de distintas analogías para representar un sistema, diferenciando unas de otras.
Aplicación	M3. Reconocimiento de la utilidad de los modelos como instrumentos racionales e imaginativos para comprender el mundo.	A3. Reconocimiento de la utilidad de las analogías como instrumento de comprensión.
	M4. Representación mediante imágenes y simulaciones, tanto de procesos como de sistemas.	A4. Representación de sistemas y procesos analógicos.
	M5. Interpretación de la realidad de forma verbal.	A5. Interpretación de la realidad de forma verbal usando analogías.
	M6. Aplicación de los modelos a situaciones de indagación: realización inferencias para formular problemas, el diseño de experimentos mentales y/o reales y la predicción de fenómenos.	A6. Realización de inferencias, como las predicciones y/o los experimentos mentales usando analogías.
Revisión	M7. Reconocimiento del carácter aproximativo y limitado de los modelos, más que como copias exactas de la realidad.	A7. Reconocimiento del carácter figurado de la analogía y la existencia de límites de validez.
	M8. Establecimiento de los límites de validez de los modelos proporcionando datos a favor y en contra de estos.	A8. Aceptación y establecimiento de los límites de validez para las analogías.
	M9. Reconocimiento del carácter provisional y evolutivo de los modelos con apertura de mente ante nuevos modelos que puedan aparecer.	
	M10. Gestión de los diferentes modelos de los que se dispone en función de las circunstancias tomando decisiones sobre el que optar según las aportaciones que cada uno puede ofrecer.	A10. Gestión de las analogías disponibles en función de las circunstancias
(Re)Construcción de analogías/modelos nuevos	M11. Aportación de ideas que, con la ayuda necesaria, sirvan para generar nuevos modelos.	A11. Aportación de ideas, ante analogías incompletas sugeridas por el profesor
	M12. Propuesta de formas de representación de los sistemas con los que se trabaja a partir de los nuevos modelos.	A12. Delimitación de formas de representación dentro del análogo para los sistemas con los que se trabaja.
Creación de modelos /analogías		A.13 Propuesta y desarrollo de analogías con autonomía.

S13 Usando experimentos mentales para el aprendizaje de la conservación de la masa

Juan José Vicente Martorell; José Mª Oliva, María del Mar Aragón Méndez, Francisco Soto Mancera, Jesús Matos, Rubén Marín Barrios, Rosario Franco-Mariscal

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN

Esta comunicación analiza la contribución de los experimentos mentales en el aprendizaje de las ciencias. En concreto, estudia su aportación en la construcción de la idea de conservación de la masa, identificando los modelos expresados por los estudiantes y su evolución a lo largo de una actividad planteada bajo el formato de un problema cualitativo abierto. Con ese fin se realiza un estudio de caso con un grupo clase de 2º de ESO de un centro público de Secundaria. El grupo contaba con 25 estudiantes. A lo largo del experimento mental, los estudiantes empezaron movilizando modelos simples muy alejados de la idea de conservación de la masa, pero dos tercios del total terminaron formulando otros que integraban el principio de conservación de la masa y la idea de Tierra como sistema abierto. Estos resultados muestran el potencial de los experimentos mentales en el aprendizaje de las ciencias.

Palabras clave: conservación de la masa; experimentos mentales; modelos; modelización.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La noción de materia es una de las grandes ideas de la ciencia, siendo importante para la comprensión de muchos fenómenos naturales, así como para el aprendizaje de otras nociones claves para la formación científica (Smith, Wiser, Anderson y Krajcik, 2006).

No obstante, su aprendizaje encierra dificultades importantes, como ocurre con el principio de conservación, el cual suele ser memorizado y enunciado por estudiantes que finalizan secundaria y bachillerato, pero sin lograr comprenderlo ni integrarlo en sus explicaciones (Oñorbe de laTorre y Sánchez Jiménez, 1992; Landau y Lastras, 1996). Así, al aplicar sus ideas a situaciones cotidianas, movilizan nociones inadecuadas que contradicen la ley de conservación de la masa, sobre todo si las tareas involucradas implican transformaciones químicas (Gómez, Pozo y Sanz, 1995), particularmente con intervención de gases (Stavy, 1990; Furió, Hernández y Harris, 1987), o ante fenómenos de biología, como el crecimiento de las plantas (Mohan, Chen y Anderson, 2009; Dauer, Doherty, Freed y Anderson, 2014).

Por otro lado, parece aconsejable que la idea de conservación de la masa en una transformación, se construya en íntima conexión con el carácter cerrado o abierto del sistema en que se verifica, analizando distintas casuísticas posibles, hasta concluir que, en todas ellas, la conservación de la masa se cumple al realizar un balance de materia.

En esta comunicación se analiza el efecto de la resolución de problemas cualitativos mediante experimentos mentales, en el aprendizaje de la idea de conservación de la masa.

MARCO TEÓRICO

Desde un punto de vista teórico, nos situamos en el marco de la modelización en ciencias, considerando que, cuando alguien se plantea una pregunta, elabora un modelo mental para darle respuesta, que luego evalúa, revisa y modifica en caso necesario (Gobert y Bucley, 2000).

En la vida diaria y durante su aprendizaje, los alumnos elaboran representaciones de la realidad, que tienen para ellos una utilidad semejante a la de los modelos de la ciencia para el científico, al elaborarse con objeto de comprender y prever el comportamiento de una parte del mundo (Grosslight Unger, Jay y Smith, 19919). De ahí que se les denomine como modelos mentales (Johnson-Laird, 1996).

Los modelos mentales son internos y, por ello, inaccesibles directamente (Gilbert y Boulter, 1995). Sólo podemos inferirlos a través de las explicaciones, argumentos y representaciones simbólicas usadas cuando los movilizan en las actividades de aula. De ahí que aludamos en este estudio a los argumentos de los estudiantes, como observables que nos aproximan a los modelos empleados. Además, dado que los modelos de los estudiantes presentan una estructura articulada, su discurso debe ser analizado también en clave de conjuntos de argumentos básicos que permitan comprender los razonamientos usados.

Para movilizar los modelos de los estudiantes, son diversos los recursos en la clase de ciencias: analogías, simulaciones, experimentos mentales, etc. En concreto, un experimento mental es un experimento que pretende alcanzar sus objetivos sin necesidad de ejecutarlo materialmente (Sorensen, 1992), para lo que se recurre a experiencias recreadas y controladas mentalmente, con el fin de concluir resultados sobre un fenómeno dado. Se utiliza para probar algo o para persuadir a otros hacia el rechazo a una afirmación (Reiner y Gilbert, 2000).

Reiner y Burko (2003), han identificado las etapas de un experimento mental, esquema que es importante tener en cuenta a la hora de diseñar actividades de aula que hagan uso de este tipo de recursos:

1. La construcción de un escenario imaginario en el que se genera una pregunta de investigación inserta dentro de un modelo teórico.
2. La identificación de los aspectos relevantes del sistema físico manejado, junto a la formulación de una hipótesis que se deriva del modelo.
3. El desarrollo del experimento mental propiamente dicho.
4. El análisis de los resultados del mismo.

5. La formulación de sus conclusiones.

Estudios de las producciones individuales sobre experimentos mentales de los alumnos mostraron que estas solían ser caóticas y desestructuradas, pero mejoraban notablemente cuando se gestaban de forma colectiva (Reiner, 1998; Reiner y Gilbert, 2000). El trabajo en grupo fomenta la interacción entre los estudiantes y la argumentación desarrollada por determinados miembros, ayudan a otros con dificultades, posibilitando el intercambio de modelos personales entre los miembros de un grupo, y ello da ocasión a que se genere un modelo compartido (Seel, 2017).

A través de los estudios citados se ilustra el papel de los experimentos mentales en la reflexión y el razonamiento científico en el aula, en la comprensión de la ciencia y en el aprendizaje de la modelización en ciencias (Reiner y Gilbert, 2000, 2004). El reto, como profesores, es ir más allá del mero relato de la experiencia y de sus implicaciones teóricas, proporcionando un foro en el que el alumnado aventure hipótesis y soluciones ante una tarea problemática, en el contexto de un trabajo tanto individual como colectivo.

ESCENARIO DIDÁCTICO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Contexto didáctico

El contexto de investigación lo conforma una actividad consistente en la resolución de un problema cualitativo abierto formulado en el marco de un experimento mental. El problema consistía en determinar si la masa de la Tierra había variado o no durante los últimos 80 años. Justamente, el objetivo de la actividad era indagar sobre el significado de la idea de transformación en un sistema, lo cual es básico para entender la conservación de la masa desde un punto de vista químico.

La actividad se articuló alrededor de cinco fases diferenciadas, todas ellas desarrolladas a lo largo de una sesión de clase de 60 minutos (Figura 1).

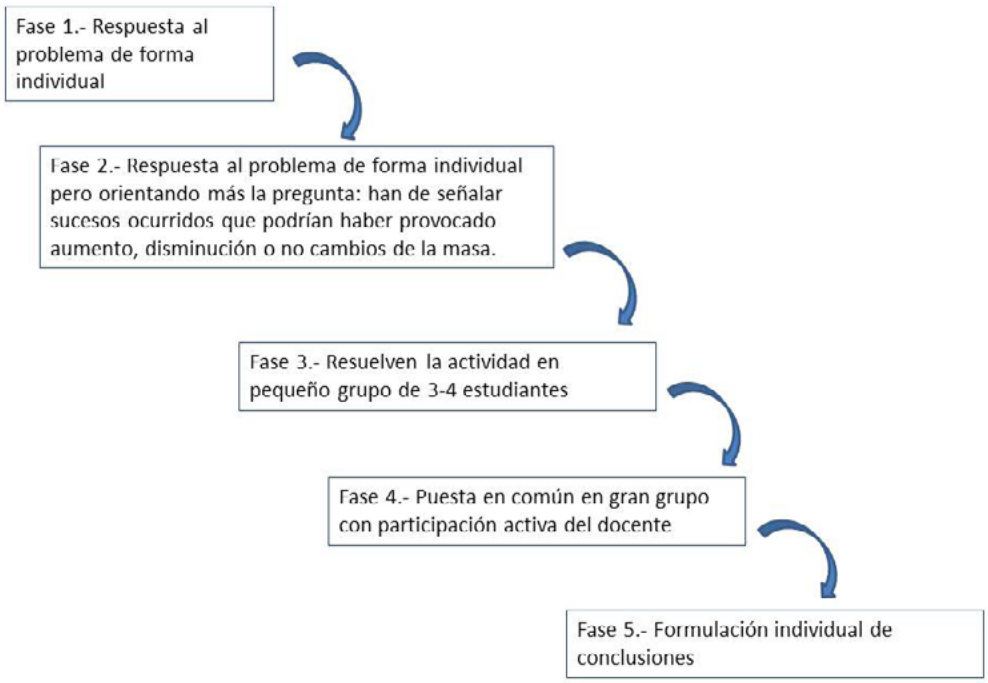


Figura 1. Distintas fases de la actividad planteada

Problema planteado y cuestiones de investigación

El foco de esta investigación se sitúa en el análisis de los modelos usados por los estudiantes a lo largo de la actividad planteada, y comprobar cómo éstos se ajustan y autorregulan como consecuencia del trabajo en el aula y del conjunto de factores intervinientes: adopción de nuevas perspectivas, discusión en grupo, andamiaje del profesor, etc. En concreto se propusieron las siguientes cuestiones de investigación:

a. ¿Qué modelos se emplearon en respuesta al problema planteado a lo largo de la actividad?

b. ¿Qué cambios netos se apreciaron en esos modelos tras finalizar la actividad?

Participantes

Los 25 estudiantes participantes (11 chicos y 14 chicas) procedían de un mismo grupo clase de 2º de ESO (13-14 años) de un instituto público de capital de nivel socioeducativo medio. La actividad fue implementada dentro de la asignatura de Física y Química.

Instrumentos

En la recogida de datos se utilizaron distintos instrumentos: los porfolios de los alumnos, el diario del profesor y el cuaderno de notas de un observador externo. Además, la clase fue grabada en vídeo, lo que permitió acceder a detalles sobre el discurso de aula en gran grupo y, en ocasiones puntuales, a las discusiones en pequeño grupo.

Procedimientos de análisis

Para analizar la información obtenida, se elaboró un sistema de categorías que permitió identificar unidades de información que se repetían en distintas ocasiones, a modo de argumentos-base (Tabla 1).

Tabla 1. Sistema de categorías utilizado en el análisis de los argumentos-base empleados

ARGUMENTOS-BASE	DESCRIPCIÓN
Inflación (I)	Contempla un crecimiento paulatino de la masa debido a factores como el aumento de la población, aparición de nuevos edificios, etc.
Decrecimiento (D)	Considera una disminución paulatina de la masa debido a materia que desaparece: muertes de personas, destrucción por guerras, extinción de especies, etc.
Conservativo Local (CL)	Contempla situaciones parciales en la que la masa puede conservarse localmente, aunque no en el conjunto.
Compensatorio (I=D)	Consiste en un uso combinado de esquemas de Inflación y de Decrecimiento, que conduce a que los efectos se compensen.
Conservativo (C)	Se considera que la masa debe ser la misma, a pesar de cambios y transformaciones, aludiéndose de forma más o menos expresa a la ley de conservación.
La Tierra como sistema abierto (SA)	Concibe la Tierra como sistema abierto que intercambia materia con el exterior: gases de la atmósfera que escapan, meteoritos que caen, satélites que salen al espacio, etc.

Una vez delimitadas estas unidades básicas, los argumentos empleados en cada fase fueron analizados en términos de combinaciones de ellos (I+D, I+SA, C+SA, etc.), ya que lo habitual fue que, a medida que la actividad avanzaba, se emplearan en las respuestas dos o más argumentos-base. Luego, estas combinaciones fueron

agrupadas por similitud, y ordenadas mediante una rúbrica de cinco niveles (con el nivel 5 como el más avanzado) que discriminaba distintos grados de sofisticación -uso o no de la idea conservación, y de la de Tierra como sistema abierto- y de complejidad -un argumento base, o combinación de dos o más (Tabla 2). Estos niveles fueron la base sobre la que inferimos los modelos empleados por los participantes.

Todos los instrumentos de análisis fueron emergentes, construyéndose progresivamente, de forma inductiva e iterativa, a través de sucesivos intentos de aproximación a los datos.

Tabla 2. Rúbrica para evaluar el nivel de sofisticación de los argumentos usados

NIVELES DE PROGRESIÓN	DESCRIPCIÓN
Nivel 5	Combinación de argumentos Conservativos (C) y de Tierra como Sistema Abierto (SA)
Nivel 4	Argumentos Conservativos (C)
Nivel 3	Argumentos Compensatorios (tipo I=D), tipo SA o combinaciones de ambos
Nivel 2	Combinación de argumentos tipo I, D y/o CL
Nivel 1	Argumentos tipo I o D, o respuestas sin sentido o en blanco

RESULTADOS

Una primera parte del estudio se invirtió en la elaboración de una crónica completa que permitió reconstruir el desarrollo de la sesión, así como en la realización de un estudio cualitativo de los argumentos expresados por los estudiantes.

Inicialmente, los estudiantes desarrollaron la primera fase de manera individual, lo que sirvió para la reflexión y expresar sus primeros argumentos. En la mayoría de ocasiones, la idea que predominaba era que la masa de la Tierra aumentaría basado en argumentos simples tipo Inflación (I). Pero una parte de los participantes proporcionó respuestas con argumentos simples de Decrecimiento (D), como la extinción de especies, la pérdida forestal o efectos nocivos del calentamiento global.

En la segunda fase (individual), los alumnos debían contemplar acontecimientos que pudieran hacer aumentar la masa de la Tierra, junto a otros que podrían contribuir a mantenerla inalterable o a disminuirla. De este modo, se intentaba favorecer la adopción de otros puntos de vistas diferentes a los iniciales, haciéndoles entrar en conflicto y sugiriéndoles argumentos más complejos y elaborados. De hecho, una parte importante de los estudiantes emplearon argumentos más complejos que combinaban dos o más argumentos-base.

En la tercera fase los alumnos reflexionaron, en pequeños grupos de 3 a 4 estudiantes, de nuevo en torno a las mismas preguntas que en las dos anteriores.

La fase 4 consistió en una puesta en común moderada por la docente. La idea de conservación solo empezó a surgir cuando la profesora pasó a plantear preguntas muy dirigidas en torno a ideas como las de cadenas tróficas, la nutrición humana, la fotosíntesis, etc., y su vinculación con los cambios físicos y químicos. Con ello empezó a considerarse la idea de funcionamiento cíclico. Aunque es cierto que no se liga de manera explícita a procesos de cambio o transformación específicos, creemos que supera al argumento de compensación y puede considerarse como una primera aproximación válida a un esquema de conservación que ya parece presente de manera tácita.

Finalmente, la fase 5 constituyó otro momento de reflexión individual en la que los alumnos cotejaron y valoraron argumentos propios y ajenos hasta formular conclusiones.

Una segunda parte del estudio consistió en un análisis cuantitativo de los cambios observados en los argumentos empleados entre las fases 1ª y 5ª, para lo que nos basamos en la rúbrica de la tabla 2. La tabla 3 presenta los resultados obtenidos. En su última columna aparece la distribución de frecuencias en fase 1, en la última fila la correspondiente a fase 5, y en cada una de las casillas, toda la casuística de tránsitos posibles entre ambas fases. Las casillas sombreadas, se corresponden con los estudiantes que han experimentado algún progreso, tanto más cuanto más se acerquen al vértice superior derecho de cada tabla.

Se aprecia que cinco de cada seis estudiantes (84%) progresaron en alguna medida, aunque no todos con el mismo alcance, ni tampoco todos partieron de los mismos niveles iniciales. Al final, un 76% de los participantes asumieron la conservación de la masa (Niveles IV o V), la mayoría de los cuales (60%) lo hicieron combinándola con la idea de Tierra como sistema abierto. Mientras tanto, solo el 8% conservaba la masa inicialmente y, de ellos, ninguno alcanzaba el nivel máximo de la rúbrica.

Aplicada la prueba no paramétrica de Wilcoxon, las diferencias observadas entre fase 1 y fase 5 fueron estadísticamente significativas.

Por tanto, se detecta un patrón de progresión, que parte de argumentos ingenuos, simples y alejados de la idea de conservación, hacia otros que evolucionan hacia argumentos más complejos y adecuados desde un punto de vista de la ciencia escolar.

Tabla 3. Tablas comparativas de resultados en la rúbrica en Fases 1 y 5

			(Fase 5)					
	Niveles					Total		
	1	2	3	4	5			
Fase 1	Niveles	1	2	-	3	1	9	15
		2	1	-	1	-	2	4
		3	-	-	-	-	4	4
		4	-	-	1	-	1	2
		5	-	-	-	-	-	-
Total			3	-	5	1	16	25

CONCLUSIONES

A lo largo de la actividad, los argumentos aportados parecían subyacer sobre, al menos, cuatro modelos distintos:

a. un modelo de transformación de la materia de tipo no conservativo, según el cual la masa no llega a conservarse de forma neta, aunque puedan existir procesos parciales en los que sí se haga (niveles 1 y 2);

b. un modelo de tipo compensatorio, o de pseudoconservación, en el que la cantidad de masa queda inalterada a resultas de una compensación de efectos parciales de decrecimiento e inflación de la masa (nivel 3);

c. un modelo conservativo simple, consecuente con el principio de conservación de la masa, en el que se concibe al planeta como un sistema aislado del exterior (nivel 4);

d. un modelo conservativo complejo, semejante al anterior, pero que además contempla a la Tierra como un sistema abierto que intercambia materia con el exterior (nivel 5).

Realizando un balance global, casi todos los participantes progresaron en sus puntos de vista, de modo que las tres cuartas partes de los mismos llegaron a formular argumentos que integraban el principio de conservación de la masa.

Los resultados muestran el papel de los experimentos mentales en los procesos de modelización en ciencias; concretamente, a la hora de construir un modelo escolar apropiado sobre la conservación de la materia en un sistema abierto.

AGRADECIMIENTO

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dauer, J.M., Doherty, J.H., Freed, A.L., y Anderson, C.W. (2014). Connections between Student Explanations and Arguments from Evidence about Plant Growth. CBE—Life Sciences Education, 13, 397–409. Recuperado de: https://doi.org/10.1187/cbe.14-02-0028

Furió, C., Hernandez, J., y Harris, H. (1987). Parallels between adolescents' conception of gases and history of chemistry. Journal of Chemical Education, 64(7), 616-618. Recuperado de: https://doi.org/10.1021/ed064p616

Gilbert, J.K. y Boulter, C. (1995). Stretching models too far. Paper presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, San Francisco.

Gobert, J. D. y Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. International Journal of ScienceEducation, 22(9), 891-894. Recuperado de: https://doi.org/10.1080/095006900416839

Gómez, M.A., Pozo, J.I., y Sanz, A. (1995). Students' ideas on conservation of matter: Effects of expertise and context variables. Science Education, 79(1), 77–93. Recuperado de: https://doi.org/10.1002/sce.3730790106

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. y Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. Journal of Research in Science Teaching, 28 (9), pp. 799–822. Recuperado de. https://doi.org/10.1002/tea.3660280907

Johnson-Laird, P.N. (1996). Images, models, and propositional representations. In De Vega et al (Ed.), Models of visuospatial cognition (pp. 90-107). New York: Oxford UniversityPress.

Landau, L. y Lastras, L. (1996). Cambios químicos y conservación de la masa... ¿ Está todo claro? Enseñanza de las Ciencisas, 14 (2), 171-174. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21446/93409

Mohan, L, Chen, J., y Anderson, CW. (2009). Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. Journal of Research in Science Teaching, 46, 675–698. Recuperado de: https://doi.org/10.1002/tea.20314

Oñorbe de laTorre, A. J., y Sánchez Jiménez, J.M. (1992). La masa no se crea ni se destruye ¿Estáis seguros? Enseñanza de las Ciencias, 10 (2), 165-171. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/39817/93184

Reiner, G. y Gilbert, J. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. International Journal of Science Education, 22(5), 489-506. Recuperado de: https://doi.org/10.1080/095006900289741

Reiner, M. y Gilbert, J.K. (2004). The symbiotic roles of empirical experimentation and thought experimentation in the learning of physics, International Journal of Science Education, 26(15), 1819-1834. Recuperado de: https://doi.org/10.1080/0950069042000205440

Reiner, M. y Burko, L. (2003). On the limitations of thought experiments in physics and the consequences for physics education. Science and Education, 12, 385–358. Recuperado de: https://doi.org/10.1023/A:1024438726685

Seel, N. M. (2017). Model-based learning: A synthesis of theory and research. Educational Technology Research and Development, 65(4), 931-966. Recuperado de: https://doi.org/10.1002/tea.2031110.1007/s11423-016-9507-9

Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., y Krajcik, J. (2006). Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, *4*(1-2), 1-98. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.1080/15366367.2006.9678570

Sorensen, R.A. (1992). Thought experiments. Oxford New York: University Press,

Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. Journal of Research in Science Teaching, 27(3), 247–266. Recuperado de: https://doi.org/10.1002/tea.3660270308

S14 ¿Qué ocurre cuándo la escuela se involucra en la formación inicial de maestros y maestras de educación infantil en ciencias?

José Cantó[1], Carlos de Pro[2], Jordi Solbes[1]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València, jose.canto@uv.es [1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia

RESUMEN

Cada vez es más normal encontrar experiencias de colaboración entre escuela y universidad en el ámbito de la formación inicial de maestros y maestras de educación infantil. Ahora bien, muchas veces estas prácticas no pasan del mero hecho anecdótico y se circunscriben a un momento muy concreto (una visita, una actividad…). Desde hace dos cursos en el Campus d'Ontinyent de la Universitat de València, se está trabajando de manera continuada con distintos centros que se han involucrado en la formación de los futuros maestros y maestras de infantil. Esto nos ha permitido trabajar de manera coordinada y globalizada tres asignaturas del área del conocimiento del medio natural, social y cultural del 4º curso del Grado en Maestro/a en Educación Infantil. El trabajo se ha realizado en el contexto de un proyecto de innovación educativa de la Universitat de València y ha contado con la participación de tres centros escolares.

Palabras clave: educación infantil; colaboración escuela-universidad; formación inicial de maestros y maestras.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial de maestros en educación infantil (FIMEI) es, sin duda, una pieza clave para la mejora educativa en nuestro país en esta etapa educativa. Para ello, dicha formación, no solo debe preparar a las futuras maestras y maestros para sus tareas docentes, sino que debe de tener interrelaciones fluidas, coordinadas, horizontales y bidireccionales entre la escuela y la universidad. De momento, esta relación, generalmente, no tiene las características anteriormente indicadas y muchas veces se limita a los Practicum presentes, en los distintos planes de estudio del Grado en Maestra/o en Educación Infantil que existen en nuestras universidades.

El trabajo de Rodríguez-Gómez, Armengol y Meneses (2017), señaló la importancia de los periodos de Practicum en el desarrollo competencial y profesional de los futuros maestros y maestras ya que estaba ligado no solo con la relación que el estudiante establece con su futuro contexto profesional, sino también con la relación que se establece entre escuela y universidad. En este sentido, otros estudios (Harrison, 2006; Cohen, Hoz y Kaplan, 2013; Herraiz y Martínez, 2013; Herraiz, 2015) destacan cómo la colaboración entre ambas instituciones redunda positivamente en la formación inicial de maestros y maestras. Por otra parte, Rivas, Leite y Cortés (2015), mostraron una experiencia de colaboración escuela-universidad, fuera del marco del practicum, mediante un proyecto de Aprendizaje y Servicio (ApS) en el que estudiantes de primer año cursaron dos de sus materias colaborando en una escuela de primaria.

En el ámbito de la FIMEI en general y, en la educación científica, en particular hemos mostrado en trabajos anteriores la necesidad de conocer la realidad de lo que se hace en ciencias en las aulas de infantil (Cantó, de Pro, Solbes, 2016), la ventaja de realizar experiencias reales en las aulas de infantil (Cantó, 2019) para que nuestro alumnado pueda contextualizar lo que significa hacer ciencias en esta etapa educativa y para analizar la formación en ciencias que estamos ofreciendo en el grado de infantil (Pro, Pro y Cantó, 2019). Ambas experiencias, sin duda, deben servir para un replanteamiento constante tanto de los contenidos de las materias que la Didáctica de las Ciencias Experimentales tiene a lo largo de la FIMEI, como de las metodologías empleadas en su docencia.

METODOLOGÍA

La experiencia que queremos describir, se enmarca en este ámbito de colaboración iniciado en el año 2016 en el Campus d'Ontinyent de la Universitat de València, mediante el paraguas institucional de un proyecto de innovación docente de dicha universidad. Así, el alumnado pudo conocer e interactuar en tres centros de la localidad d'Ontinyent que responden a distintas tipologías de centros escolares: un centro público (CEIP Lluís Vives), un centro concertado (Pureza de María) y un centro de Educación Especial (CEE Vall Blanca).

La intervención la realizaron 44 alumnos y alumnas de 4º curso del Grado en Maestra/o de Educación Infantil, durante el primer cuatrimestre del curso 2019-2020, en el marco de tres asignaturas: Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil (DCN), obligatoria de 6 créditos; Didáctica de las Ciencias Sociales de la Educación Infantil (DCS), obligatoria de 6 créditos; y Taller multidisciplinar de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (TM), optativa de 6 créditos. Cabe decir que, a pesar que la última fuera optativa, el que solo exista un grupo por curso en dicho Campus, asegura que todos los estudiantes de 4º cursen dicha materia.

El proyecto consistió en plantear e implementar propuestas didácticas adaptadas a educación infantil en el marco de la educación socioambiental, tomando como marco geográfico el municipio de Ontinyent. De esta manera, trabajando coordinadamente las áreas de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de las Ciencias Sociales, se ofrecía una formación coherente con la etapa educativa de infantil en la que ambas áreas coexisten curricularmente en el Conocimiento del Entorno.

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

1. Fomentar un contexto de conocimiento bidireccional (entre la Universidad y las tres escuelas) propicio para desarrollar los principios de una educación social y ambiental que se centre en el municipio de Ontinyent.

2. Proporcionar nuevos conocimientos, recursos y materiales didácticos en las escuelas para trabajar en proyectos similares que consideran el ámbito local.

3. Iniciar en la concienciación de los problemas ambientales y sociales al alumnado universitario y de los centros escolares para que contribuyan a la formación ciudadana.

4. Mejorar la formación en ciencias de los futuros maestros y maestras de educación infantil.

5. Crear sinergias colaborativas entre Escuela y Universidad.

La metodología utilizada fue el ApS de tipo directo de investigación-acción, en el que se pretendió mejorar tanto la formación disciplinar y didáctica, como el desarrollo de las competencias profesionales de nuestro alumnado.

El proceso se realizó en cinco fases:

- **Fase 1.-Diagnóstico, elaboración y aprobación del plan de trabajo conjunto**: durante el curso anterior (2018-19) se produjeron varias reuniones entre los profesores universitarios y las representantes de las tres escuelas para conocer las temáticas que se podían desarrollar conjuntamente. El plan de trabajo se aprobó a los claustros de las tres escuelas y se fijaron unos datos aproximados de las intervenciones del alumnado universitario en las escuelas para el curso posterior (2019-20).

- **Fase 2.-Información del proyecto al alumnado universitario y al de las escuelas**: al inicio del curso 2019-20 el profesorado implicado informó de la metodología de trabajo. Por una parte, el profesorado universitario elaboró y explicó una propuesta conjunta para relacionar los objetivos, contenidos, finalidades y sistema de evaluación de las tres asignaturas de cuarto curso implicadas. Y, por otra, el profesorado de las tres escuelas informó en sus clases de las actividades que se desarrollarían conjuntamente con los/las alumnas universitarias.

- **Fase 3.-Explicación de los contextos escolares al alumnado universitario**: en el marco de la primera Semana de Actividades Complementarias (tercera semana de octubre de 2019) que organiza la Facultad de Magisterio, una maestra de cada una de las escuelas vino al campus universitario para explicar la realidad de los centros y de las aulas donde se desarrollarían las actividades. Así se generó una primera relación entre los responsables de las aulas en las escuelas y el alumnado universitario para garantizar que las actividades y la metodología a emplear serían las más ajustadas a la realidad de las aulas.

- **Fase 4.-Intervención del alumnado en las escuelas**: las primeras sesiones se desarrollaron en el centro Pureza de María (primero a los dos grupos de 3 años y un segundo día a los grupos de 4 y 5 años), después los talleres al CEE Vall Blanca en dos sesiones y finalmente otros dos días al CEIP Lluis Vives, donde se desarrollaron las actividades para la clase de 3, 4 y 5 años.

- **Fase 5.-Evaluación bidireccional de las intervenciones realizadas**: Por una parte, los centros escolares cumplimentaron un informe tanto con los resultados conseguidos por su alumnado como la evaluación de la actividad; y, por otra el alumnado universitario elaboró una propuesta didáctica donde desarrollaba una programación más ancha donde tenía en cuenta las actividades hechas a una de las escuelas. Además, cada alumno/a universitario/a elaboró un informe teórico de carácter reflexivo donde integraba los conocimientos de las tres asignaturas del plan de estudios con las actividades desarrolladas en los centros.

En cuanto a las temáticas, el contexto geográfico de Ontinyent ha sido de aplicación a todas las temáticas y se complementó con una salida de campo para comprender el medio local desde un punto de vista holístico, sistemático y global para los futuros y las futuras maestras. En concreto, las temáticas llevadas a cabo se encuentran en la Tabla 1.

CENTRO DOCENTE	TEMÁTICA
CEIP" Lluís Vives"	Haciendo uso de los cuentos editados por Caixa Ontinyent sobre Educación Financiera para infantil, se han desarrollado una serie de actividades sobre el medio natural, social y cultural que abordan temáticas como: los oficios, el uso del dinero, el trueque, la agricultura... para poder tratar contenidos curriculares del segundo ciclo de educación infantil (medidas, cantidades...)
Centro concertado "Pureza de María"	La familia como eje principal en un contexto social más ancho que complementa el proyecto sobre esta temática que se desarrolla en el centro escolar durante el primer trimestre.
CEE "Vall Blanca"	El ciclo del agua: la construcción de un terrario y el desarrollo de las plantas. Tiempo atmosférico y clima: la construcción de instrumentos de medida del tiempo atmosférico y el clima mediterráneo. Huerto escolar y los cultivos al paisaje mediterráneo. Comer para vivir: hábitos saludables y el plato Harvard. Gigantes y cabezudos: el patrimonio festivo de Ontinyent. Ciudad hermanada con Ontinyent: Mark (Suecia)

Tabla 1. Datos de las temáticas desarrolladas en cada centro educativo.

RESULTADOS

Como ya se ha señalado, este trabajo se llevó a cabo durante el primer cuatrimestre del curso 2019-2020 (en la Figura 1 pueden observarse algunas fotografías del proceso), por lo que el proceso completo de evaluación y estudio de los resultados obtenidos no está finalizado.

No obstante, a parte del resultado general de la satisfacción general por utilizar este sistema de trabajo, expresada tanto por los centros escolares (alumnado y profesorado) como por los estudiantes de la universidad, conviene remarcar otros resultados más concretos que se han conseguido:

En cuanto a la evaluación de las escuelas:

- Se realizó mediante entrevistas con los centros a posteriori y con una encuesta con preguntas abiertas en la que las maestras debían expresar tanto la opinión de los niños y niñas de infantil, como la suya propia. Las maestras indican que los niños y niñas estaban encantados con la presencia de los estudiantes universitarios en las aulas ("*Era divertido tener tantas maestras en clase – A4L*"). También expresaron su satisfacción por sentirse involucradas en la FIMEI, a pesar que muchas comentaron que debieron de superar algunos miedos iniciales sobre su capacidad para hacerlo ("*Poder ir a la universidad y estar con las que serán futuras compañeras ha sido muy gratificante, a pesar que tenía mis miedos – MP2*"). Generalmente se comentan los beneficios de una la relación ("*Considero que existe una retroalimentación entre los estudiantes y nosotras. Por una parte, ellas nos enseñan nuevas visiones y cómo usar las nuevas tecnologías y, por otra, ellas aprenden de la experiencia que podemos aportarles nosotras* – MV1").

- Otro aspecto que las maestras han destacado ha sido la mejora de la percepción de las familias de los centros escolares, ya que la intervención fue comunicada a las familias y éstas expresaron que consi-

deraban que dicha actividad redundaba positivamente en la atención y educación de sus hijos e hijas.

- Los niños y niñas, también comentaron que les gustó “hacer cosas diferentes” a las que normalmente suelen hacer y también que “era divertido” tener tantos maestros nuevos en el aula”.

Figura 1. Imágenes de alguna de las intervenciones realizadas en los centros escolares.

En cuanto al alumnado universitario:

- Se realizó mediante un informe individual que representaba una actividad evaluable de la asignatura TM.
- Consideran muy importante la experiencia desarrollada en las tres escuelas y valoraron muy positivamente el hecho de que se les haya permitido realizar actividades y ponerlas en práctica en centros de diferentes características. Asimismo, también destacan el esfuerzo de coordinación que ha habido entre los profesores encargados del proyecto interdisciplinar así como de estos con los docentes de los centros visitados.
- Valoran que la experiencia les ha servido como preparación a las prácticas escolares de 4º curso que, en el plan de estudios de la Universitat de València, se desarrollan a lo largo del segundo cuatrimestre del curso.
- Han visto reforzadas algunas de sus competencias profesionales, tanto a la hora de preparar las actividades, como en los momentos de ponerlos a la práctica.

En cuanto al profesorado universitario implicado:

- Creemos que se ha logrado, por una parte, desarrollar los conceptos teóricos (identidades, ciudadanía global, talleres, diversidad, inclusión, ciencias, metodologías activas...) presentes en las tres asignatu-

ras implicadas. Pero, por otra, se ha podido tener una experiencia real de lo que significa un aprendizaje globalizado y adaptado a la metodología de trabajo en Educación Infantil.

- Consideramos como parte importante de nuestra docencia, el poder ofrecer que los futuros maestros y maestras de educación infantil puedan conocer un contexto educativo al que no pueden asistir en sus periodos reglamentados de prácticas universitarias (centro concertado y centro de educación especial).

También queremos destacar algunos puntos a mejorar. En primer lugar, una demanda de los estudiantes universitarios ha sido la importancia de poder conocer antes el contexto de los centros escolares y especialmente el perfil del alumnado al que posteriormente dirigirá su propuesta de actividades. Se ha hablado con las maestras y se ha decidido que (cumpliendo todos los requerimientos de protección de datos) estos datos serán posibles tenerlos en próximos cursos. También se desea que las maestras de los centros puedan realizar más sesiones de aula con los estudiantes universitarios para que se impliquen más en la FIMEI. Además, se harán algunos cambios en las temáticas para adecuarlas a los grupos de las escuelas, especialmente al CEE Vall Blanca donde la dificultad ha sido mayor.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha querido presentar una propuesta didáctica en la FIMEI que implica la participación activa de la escuela en dicho proceso. Somos consciente de lo particular del contexto en el que se ha realizado la experiencia: centro universitario pequeño, con un único grupo por curso, localizado en una población mediana, con un número bajo de profesorado adscritos a distintos departamentos pero que conviven en una única sala de profesores lo que facilita la coordinación y colaboración en propuestas transversales y transdiciplinares que impliquen distintas asignaturas... Pero también somos conscientes que es necesario un cambio en la FIMEI para que sea más acorde con la realidad escolar que se van a encontrar en su futuro profesional inmediato nuestras alumnas y alumnos. La particularidad de este proyecto es la posibilidad de poder llevar al aula de infantil el trabajo que se realiza en ámbito universitario y comprobar, en la realidad, la diferencia entre lo que se programa y lo que se puede desarrollar en el aula.

Esta experiencia sugiere, por una parte, la necesidad de incluir y facilitar la presencia en los planes de estudios, de metodologías de carácter práctico donde el alumnado pueda tener un rol activo en su profeso formativo y, por otra, la necesidad de contar con la escuela y sus profesionales como elementos que pueden (y deben) intervenir en dicha formación (Objetivo 1). No solo como meros receptores de alumnado en prácticas, sino como agentes activos con una experiencia profesional que la gran mayoría de docentes universitarios no tenemos (y que no tenemos por qué tener), pero que, al menos, estamos obligados a tenerla en cuenta y revertirla, en la medida de lo posible, en la FIMEI (Objetivo 5). También estas relaciones propician el poder compartir recursos y conocimientos entre escuela y universidad (Objetivo 2).

También, debemos propiciar una coherencia entre lo que se hace en la universidad y en la escuela. No es posible que en Educación Infantil se trabaje por obligación legal mediante áreas curriculares disciplinares interrelacionadas y globalizadas, y que la docencia que ofrecemos desde la universidad para los futuros profesionales de esta etapa educativa sea compartimentada y sin ninguna clase de relación. Sabemos de las dificultades intrínsecas y de las múltiples resistencias presentes, pero esta experiencia demuestra que es posible y eficaz realizar cambios. En el ámbito de las ciencias, este tipo de experiencias, no solo consigue mejorar contextualizadamente la formación en ciencias de nuestros estudiantes (Objetivo 4), sino también colabora a la concienciación medioambiental tanto de ellos y ellas como de los niños y niñas (Objetivo 3).

Pero, además, este tipo de experiencias también sirven para trabajar las relaciones humanas en grupo. No debemos olvidar que ser maestro o maestra no es una actividad individual sino todo lo contrario. Por ello cuantas

más oportunidades les ofrezcamos a nuestros estudiantes para desarrollar este tipo de habilidades competenciales profesionales mejor preparados estarán para afrontar el reto de la educación infantil del siglo XXI.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al alumnado y profesorado de los tres centros docentes d'Ontinyent que han participado en esta aventura: CEIP "Lluís Vives", "Pureza de María" y CEE "Vall Blanca".

Esta comunicación se ha realizado como parte del proyecto de innovación docente de la Universitat de València "La col·laboració Escola-Universitat en la formació inicial de Mestres d'Educació Infantil" con código UV-SFPIE_PID19-1096184.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantó, J. (2019). Cuando la escuela y universidad colaboran en la formación de maestros de educación infantil: Análisis de una experiencia. *Boletín ENCIC Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, 3 (2), 124-126.

Cantó, J., de Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (3), 25–50. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1870

Cohen, E., Hoz, R., y Kaplan, H. (2013). The practicum in preservice teacher education: a review of empirical studies. *Teaching Education*, 24(4), 345-380. DOI:http://dx.doi.org/10.1080/10476210.2012.711815

Harrison, J. K. (2006). Changing notions of 'Partnership' and the improvement of initial teacher education: A critical study of policies and practices in England, 1994-2006. 31st Annual ATEE conference. Portoroz, 21-25 octubre 2006. Recuperado de http://www.pef.unilj.si/atee/978-961-6637-06-0/361-371.pdf

Herraiz García, F. (2015). Entre la formación inicial en la Universidad y la vida laboral en la escuela de maestros y maestras noveles. Reflexionando en torno a identidades docentes y sus aprendizajes. *Profesorado*, 19 (2), 203-214. Recuperado de http://www.ugr.es/local/recfpro/rev192ART12.pdf

Herraiz, F. y Martínez, S. (2013). Formación inicial: entre la teoría y la práctica. *Cuadernos de Pedagogía*, 436, 46–49.

Pro Bueno, A., Pro Chereguini, C., Cantó J. (2019). ¿Cómo estamos formando a las futuras maestras para enseñar ciencias en el grado de educación infantil? *Universitas Tarraconensis*. Monogràfic 2019, 88-99. https://doi.org/10.17345/ute.2019.2

Rodríguez-Gómez, A., Armengol, C., Meneses, J. (2017). La adquisición de las competencias profesionales a través de las prácticas curriculares de la formación inicial de maestros. *Revista de Educación*, 376, 229-251. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2017-376-350

Rivas Flores, J.I., Leite Méndez, A.E., Cortés González, P. (2015). La escuela como contexto de la formación inicial del profesorado: aprendiendo desde la colaboración. *Profesorado*, 19 (1), 228-242. Recuperado de http://www.ugr.es/local/recfpro/rev191ART9.pdf

S15 Niñas y niños 0-6 en la universidad ¿qué aportan a la formación inicial de maestras de infantil?

Montserrat Pedreira Álvarez

Facultat de Ciències Socials de Manresa (UVic-UCC) mpedreira@umanresa.cat

RESUMEN

Conseguir que la rígida estructura universitaria reconozca el valor del esfuerzo de habilitar espacios abiertos a niños y niñas de infantil no es fácil. La experiencia del Lab 0_6 Umanresa aporta evidencias de los múltiples beneficios que proporciona contar con visitas escolares y familiares de manera habitual: en la formación inicial y permanente, en investigación, en la dinamización de la comunidad educativa y en la misma universidad como institución. En este artículo se muestran algunos de los beneficios que tiene, para la formación inicial de maestros y maestras de educación infantil, este tipo de proyectos.

Palabras clave: educación infantil; ciencia 0-6; formación inicial; relación teoría-práctica;

"¿CUÁNTAS VECES HAN PISADO UN AULA?"

Si se parte del convencimiento que la misión del Grado en Maestra de Educación Infantil es la formación de muy buenas profesionales de la educación con conocimiento y criterio para analizar su propia práctica a partir

de la investigación como forma de avanzar transformando las prácticas educativas a partir de evidencias, el contacto directo con niños y niñas es indispensable. Y esto, que puede concretarse evidentemente en muy distintos formatos como queda claro en las comunicaciones que acompañan a ésta en el simposio, en el caso de la Facultat de Ciències Socials de Manresa cristalizó en la creación de un espacio de ciencia en educación infantil, el Lab 0-6, abierto a visitas escolares y visitas familiares. Un espacio creado y gestionado desde la universidad, en el que convergen intereses y posibilidades muy distintas, pero con una misma finalidad, mejorar la educación en el ámbito de la ciencia en las primeras edades.

La relación entre universidad y escuela puede ser un mecanismo de superación de la exigua repercusión en las aulas de la investigación en Didáctica de las Ciencias. Tobin (2010) afirma que los puntos de encuentro entre investigación y práctica profesional no son tan habituales. Sardà (2014) apunta que "la distancia entre maestros, orientados a la práctica, e investigadores, centrados en la teoría, es tan grande, que a menudo, las innovaciones no llegan o llegan tan deformadas que han perdido el sentido inicial". O más actual, un artículo que resume los últimos encuentros entre maestros y maestras enmarcados en el "Congrés d'Educació Pública de Catalunya" recoge textualmente: "No faltan algunas críticas a los docentes universitarios, bien por su falta de implicación o porque desconocen la escuela: ¿cuántas veces han pisado un aula?" (Carbonell, 2020).

Parece evidente que "la teoría puede ser de gran ayuda a la práctica, como un instrumento para ayudar a los maestros y maestras a construir sus concepciones y a valorar su práctica; a la vez, éstos pueden tener una parte importante en el desarrollo de la teoría" (Dahlberg, Moss, & Pence, 2005). Desde la universidad, compartir estrategias para acompañar a nuestras futuras maestras en la creación o implementación de prácticas que respondan coherentemente a las ideas teóricas que emergen de la investigación debería ser una prioridad. Fomentar la intensa relación entre teoría y práctica, partiendo de las iteraciones diseño-implementación-evaluación-rediseño en contexto natural captando las situaciones en toda su complejidad, se asienta en un enfoque metodológico orientado al Design-Based Research (Barab & Squire, 2004).

EL CONTEXTO

El Lab 0-6[1] se define como un espacio de ciencia en libre elección para las primeras edades. Consiste en un espacio amplio, diáfano, con propuestas abiertas a la acción de niños y niñas y que movilizan ideas relacionadas con la ciencia en sentido amplio. Entre visitas escolares en días laborables y visitas familiares en domingo, pasan más de 7000 niños y niñas cada curso que ponen a prueba dichas propuestas.

En el Lab se parte de entender la ciencia como la manera en que la humanidad interpreta los fenómenos del mundo, como una construcción humana al servicio de los intereses de una comunidad inmersa en un marco de valores y que, como cualquier actividad humana, compromete y emociona (Izquierdo, 2013; Lemke, 1997; Márquez, 2010). La idea de ciencia como interpretación consensuada en constante evolución nos permite hablar de ciencia desde el nacimiento en tanto que desde que abren los ojos al mundo, niños y niñas empiezan a interpretar los fenómenos, interpretación que en contacto con los demás, con la realidad y con su propia maduración, irá evolucionando hacia las maneras de interpretar los fenómenos que consensua nuestra sociedad.

Asimismo, pretende ser un espacio que de salida a la "incansable actividad exploratoria de niños y niñas" (Poddiakov, 2011, p. 56), y para ello se organiza en propuestas diversas, propuestas que siguen algunos criterios básicos en su implementación.

El criterio principal es que niños y niñas puedan vivir la propuesta como un juego al tiempo que las personas adultas se aseguran de que este juego tiene valor de aprendizaje. Para los y las pequeñas, partir de materiales atractivos y estimulantes sobre los que pueden mantener la iniciativa y que puedan elegir tanto la acción, como la duración o la compañía, permite vivirlo como un juego. Pero las personas adultas deben asegurarse de

1 https://www.umanresa.cat/es/lab-06

que dicho juego favorece tener experiencia directa en relación con algún contenido de ciencia. Son propuestas definidas como enfocadas pero abiertas. Enfocadas porque han de facilitar la movilización de acciones sobre algún concepto de ciencia; abiertas porque no son de acción unívoca (una acción-una reacción ajena a la actividad de niños y niñas) sino que siempre pueden ser abordadas de muy distintas maneras.

Otro criterio es que las propuestas se presentan de manera que se favorezca la relación entre iguales, es decir que sean aptas para el acceso simultáneo de pequeños grupos. Las interacciones son reconocidas como muy importantes por toda la corriente de autores que defiende la construcción del conocimiento como actividad mediada grupal y culturalmente (Bruner, 1996; Rogoff, 1993; Vygotskii, 1988). La mirada, el pensamiento y las palabras de otros son necesarios para proveer de "la oportunidad de descubrir las reacciones de otros a los propios puntos de vista y para entender la manera como los demás explican las cosas, para familiarizarse con sus ideas" (Kallery & Psillos, 2002, p. 59)

Otro criterio que se tiene en cuenta es introducir el dominio de instrumentos y prácticas culturales (Wells, 2001) como herramientas para el pensamiento, que los niños y niñas utilizan como mediadores y que sirven para conectarlos entre sí y con los materiales (Wood, 2014).

Consecuentemente a todo ello, el papel de la maestra, lejos del protagonismo, se orienta a estar atenta a las oportunidades de aprendizaje sin "avanzarse o pisar las ideas de los niños y niñas, sino acompañando con sensibilidad mientras exploran sus preguntas" (Sands, Carr, & Lee, 2012, p. 558). Un papel discreto, sin imposiciones, una persona adulta que no distrae sino que está siempre disponible y atenta a "observar los niños y niñas y ayudarlos a hacer preguntas y predicciones sobre lo que han visto o hecho o sobre como lo han hecho y lo que les gustaría probar la próxima vez" (Bulunuz, 2013, p. 244).

¿Qué aporta tener niños y niñas en la universidad?

Este apartado pretende evidenciar los efectos positivos de acercar los niños y niñas, objeto de la misión educativa del grado de educación infantil, a la universidad.

Diálogo infancia-universidad

La existencia del Lab 0_6 proporciona un tiempo de contacto satisfactorio a los niños y niñas asistentes en relación con la actividad científica. Como apuntan Eshach & Fried (2005, p. 321) "si las actitudes se forman en las primeras etapas de la vida, y éstas tienen una influencia significativa en el futuro desarrollo de niños y niñas, las educadoras deberían construir ambiente en los que los y las pequeñas disfruten de la ciencia y puedan vivir experiencias positivas en relación a ella". Pedreira & Márquez (2017b) sugieren que los espacios de ciencia en libre elección proporcionan experiencias positivas a niños y niñas por la posibilidad de elegir, por el atractivo de los materiales y fenómenos naturales, por el favorecer las interacciones entre iguales y por la calidad de las propuestas. Por todo ello, junto con los resultados obtenidos en una investigación en un espacio de ciencia en libre elección similar (Pedreira, 2016)que el Museu de Ciències\r\nNaturals de Barcelona ofereix per a grups escolars de 2 a 6 anys, per tal d'identificar-\r\nne el valor i les aportacions com a vivència positiva i afavoridora d'aprenentatge\r\ncientífic i extreure orientacions que puguin ser útils a l'hora de crear noves propostes\r\nd'aprenentatge científic per a infants.\r\nEl text comença fent ressaltar els principis bàsics que orienten la proposta: el respecte\r\na l'infant, l'aproximació al coneixement des de la complexitat, l'aprenentatge com a\r\ncanvi en les maneres d'entendre el món o el valor de centrar-se a fer ressaltar el patrimoni\r\nde la institució de referència, i se'n justifica el funcionament i l'organització en\r\nbase als principis educatius exposats.\r\nA partir de l'observació dels infants i de les opinions de les mestres i de les educadores\r\ndel museu, i des d'una perspectiva metodològica qualitativa, s'enfoca la recerca\r\na treure conclusions en dos aspectes. D'una banda, s'han identificat evidències que\r\nposen en relleu que la proposta proporciona una vivència positiva als infants en un\r\nclima confortable i estimulant. D'una altra, els resultats obtinguts apunten que el

valor\r\nd'aprenentatge científic de la proposta se centra en el fet que proveeix els infants\r\nd'experiència directa amb el material natural, afavoreix l'explicitació de les seves\r\nidees i proporciona abundants estímuls per a iniciar recorreguts d'aprenentatge que\r\nrequereixen, però, la col·laboració des d'altres contextos, essencialment l'escola, perquè\r\npuguin tenir continuïtat.\r\nFinalment, s'identifiquen factors inherents a la proposta que afavoreixen el seu valor\r\nglobal com a proveïdora de vivències positives d'aprenentatge científic: el funcionament\r\nen lliure elecció, la qualitat del material (amb especial atenció al material natural, más la observación diaria de las actitudes e interacciones de los niños y niñas en el espacio, se puede afirmar que el Lab 0_6 proporciona un tiempo de experiencia directa gratificante con fenómenos científicos.

Pero al mismo tiempo, tener acceso habitual a niños y niñas activas permite investigar y aprender sobre cómo afrontan los retos, qué tipo de propuestas consiguen que encajen los intereses de la persona adulta y la atención y acción de los niños y niñas, qué tipo de intervención de la persona adulta ayuda a avanzar en el conocimiento, etc.

El grupo emergente de investigación GRENEA (Grup de Recerca en Educació, Neurociència, Experimentació i Aprenentatge[2]) mantiene diversas líneas de investigación asociadas a la ventaja de disponer de niños y niñas activos en la universidad: análisis de propuestas concretas, el sesgo de género, el papel de la persona adulta, cómo acercar la ciencia a colectivos desfavorecidos, así como una fuerte actividad en transferencia de conocimiento creando e implementando nuevas propuestas y nuevos espacios.

Diálogo maestras-universidad

La visita al Lab de profesionales de la educación, ya sea acompañando a niños o niñas o en sesiones específicas de formación, parece que es un estímulo a la innovación rigurosa y que tiene un impacto en la creación o mejora de espacios de ciencia. En el momento actual, de gran efervescencia innovadora en educación, pero a menudo a merced de modas poco contrastadas, disponer de una orientación sobre qué proporciona y qué no, la libre elección, es decir, conocer las posibilidades a la vez que los límites (Pedreira, 2016; Pedreira & Márquez, 2017a)que el Museu de Ciències\r\nNaturals de Barcelona ofereix per a grups escolars de 2 a 6 anys, per tal d'identificar-\r\nne el valor i les aportacions com a vivència positiva i afavoridora d'aprenentatge\r\ncientífic i extreure orientacions que puguin ser útils a l'hora de crear noves propostes\r\nd'aprenentatge científic per a infants.\r\nEl text comença fent ressaltar els principis bàsics que orienten la proposta: el respecte\r\na l'infant, l'aproximació al coneixement des de la complexitat, l'aprenentatge com a\r\ncanvi en les maneres d'entendre el món o el valor de centrar-se a fer ressaltar el patrimoni\r\nde la institució de referència, i se'n justifica el funcionament i l'organització en\r\nbase als principis educatius exposats.\r\nA partir de l'observació dels infants i de les opinions de les mestres i de les educadores\r\ndel museu, i des d'una perspectiva metodològica qualitativa, s'enfoca la recerca\r\na treure conclusions en dos aspectes. D'una banda, s'han identificat evidències que\r\nposen en relleu que la proposta proporciona una vivència positiva als infants en un\r\nclima confortable i estimulant. D'una altra, els resultats obtinguts apunten que el valor\r\nd'aprenentatge científic de la proposta se centra en el fet que proveeix els infants\r\nd'experiència directa amb el material natural, afavoreix l'explicitació de les seves\r\nidees i proporciona abundants estímuls per a iniciar recorreguts d'aprenentatge que\r\nrequereixen, però, la col·laboració des d'altres contextos, essencialment l'escola, perquè\r\npuguin tenir continuïtat.\r\nFinalment, s'identifiquen factors inherents a la proposta que afavoreixen el seu valor\r\nglobal com a proveïdora de vivències positives d'aprenentatge científic: el funcionament\r\nen lliure elecció, la qualitat del material (amb especial atenció al material natural, ayuda a enfocar la innovación desde la reflexión y las aportaciones de la investigación.

Desde la inauguración del espacio en enero de 2016 se han ido recabando datos tanto de ocupación como de satisfacción a partir de encuestas post-visita escolar, que se recogen a continuación.

2 http://recerca.umanresa.cat/grenea/es

CURSO	Nº ESCUELAS	Nº NIÑAS/NIÑOS
Enero 2016- junio 2016	42	1970
2016-17	82	5021
2017-18	100	5826
2018-19	120	6283

Tabla 1: Datos de ocupación Lab 0-6

Después de las visitas, se pasa una encuesta de satisfacción a las maestras que recoge preguntas sobre la adecuación de la metodología (P1), el contenido (P2), el material (P3), la duración (P4), las posibilidades posteriores de trabajo en el aula (P5), el rol de la educadora (P6), la riqueza de la experiencia para las niños y niñas (P7) y una valoración global (P8). La media de las valoraciones se encuentra en todos los casos por encima del 5.4 sobre 6, evidenciando el alto nivel de satisfacción conseguido por la iniciativa.

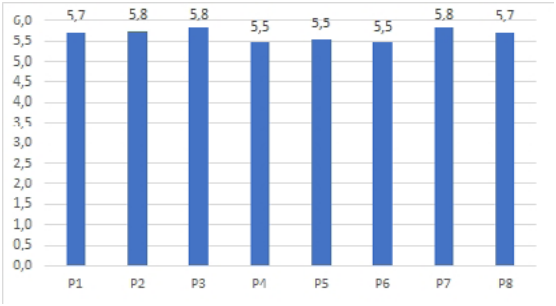


Gráfico 1: Puntuación media de las valoraciones de las maestras sobre la visita (sobre 6). Curso 16-17.

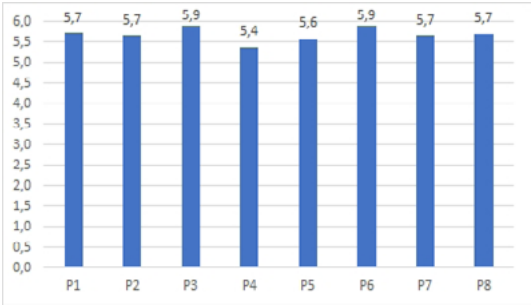


Gráfico 2: Puntuación media de las valoraciones de las maestras sobre la visita (sobre 6). Curso 17-18.

La visita parece tener, además, un efecto positivo y estimulante en las maestras, que en poco espacio de tiempo se hacen conscientes de las posibilidades de implementación de propuestas diversas y variadas en su aula. Desde GRENEA se llevó a cabo una primera investigación sobre el impacto en las escuelas infantiles 0-3 de la visita de la versión itinerante del Lab 0-6, creada específicamente para niños y niñas de hasta 3 años (Quesada, Lemkow-Tovías, Vázquez, & Llebaria, 2019). A falta de conclusiones definitivas, los datos obtenidos muestran una gran variabilidad y un grado de implementación medio.

A su vez, las visitas de maestras, así como su participación en acciones de promoción de la ciencia de nuestra universidad, permite contar con la inagotable capacidad creativa de las educadoras y con la gran diversidad de nuevas ideas que aportan. Además de las aportaciones espontáneas surgidas en el contexto de formación (ver tabla 2), la participación de maestras en el premio "La ciència i els infants[3]", que les propone acompañamiento en la creación de una propuesta para su aula, contar con una sesión para sus niños y niñas y compartir con otras maestras las propuestas creadas, constituye un estímulo a la ideación de nuevas propuestas para el espacio.

3 https://www.umanresa.cat/es/premio-ciencia-y-ninos

	2015-16 (ENERO-JUNIO)	2016-17	2017-18	2018-19
Formaciones	375	598	417	479
Jornadas (Santiago de Chile, Madrid, Zaragoza, Vitoria-Gasteitz, Donosti, Eibar, Getxo, Azcoitia, Málaga, Sevilla Barcelona, Lleida, Girona Tarragona, , Castellón, Valencia ...)	1125	1870	915	580

Tabla 2: Número de maestros y maestras en formaciones y jornadas

No se tienen datos de satisfacción de la mayoría de las jornadas y formaciones, pero las que están documentadas muestran una amplia satisfacción de las maestras con la experiencia y destacan las posibilidades de implementación que les sugiere el conocer el espacio.

El contacto directo y habitual con las maestras da origen a múltiples ideas para la transferencia de conocimiento a la escuela. En este sentido, se está diseñando actualmente un proyecto para llevar propuestas y materiales a las escuelas desde diferentes temáticas: agua, geología, stem, peso-volumen, electricidad, la reflexión de la luz, etc.

Diálogo futuras maestras-universidad

Para las estudiantes, contar con el Lab 0-6 como espacio de ciencia es una fuente de inspiración e ideas, así como de análisis y de investigación y un elemento de ayuda relevante para comprender mejor los procesos de aprendizaje en infantil.

Contactar con niños y niñas en acción ayuda a mostrar una manera de acceder a la educación basada en la iniciativa enfocada de las niños y niñas. Desde diversas asignaturas de orientación práctica del grado se produce una sinergia de doble sentido: el Lab proporciona ideas a las estudiantes, pero a su vez, se nutre de algunas de las ideas de las futuras maestras. Especialmente relevante es el caso de la Feria de experimentación[4], una propuesta que se realiza desde la asignatura "Didàctica de conocimiento del medio", donde a partir del acercamiento teórico a qué es realmente experimentar, las estudiantes por grupos, con el seguimiento del profesorado de la universidad, preparan una propuesta en libre elección que ponen a prueba un sábado por la mañana con niños y niñas del territorio. Varias de las propuestas actuales del Lab actual han sido inspiradas o son variaciones mejoradas de propuestas pensadas inicialmente por las estudiantes para la Feria de experimentación.

En el último año del grado, además, el Lab se convierte en el objeto de investigación de algunos Trabajos Final de Grado: análisis de los procesos de aprendizaje que se promueven en propuestas concretas, el papel del adulto, sesgos de género, etc.

Diálogo Lab 0_6 -universidad

Para nuestra facultad, pequeña en número de estudiantes y profesorado y enclavada en una ciudad mediana, la existencia del Lab aporta una identidad propia, posicionándonos claramente como una entidad consecuente entre la teoría y la práctica en el ámbito del aprendizaje de la ciencia en la etapa de infantil, y por extensión,

4 https://www.youtube.com/watch?v=d8EoyLfkPnc

al resto de ámbitos educativos.

Esta profundización en la ciencia en infantil a partir de experiencia real ha facilitado obtener proyectos competitivos como el "Ciencia sobre ruedas" (FCT-16-11603) de la convocatoria Fecyt 2017 o el reciente Proyecto H2020-SwafS-20-2018-2019 "Communities for Sciences - Towards promoting an inclusive approach in Science Education", dirigido a promover una educación científica desde una vertiente inclusiva y desde la concienciación de procesos de exclusión y estereotipos que existen en campos científicos. Por otro lado, aporta posibilidades diversas de colaboración, como evidencia el proyecto que se presentó en la última convocatoria Fecyt 2019 "Experimentarium", con la idea de crear una réplica del laboratorio que pueda ser trasladada a distintos territorios con la supervisión de otros grados de educación de otras universidades.

Asimismo, nos permite obtener reconocimiento de organismos oficiales. El Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya contribuye, desde el curso 2017-18, con la concesión de 2 maestras a media jornada para apoyar la labor formadora e investigadora del Lab 0-6. La Diputación de Barcelona y La Caixa, apoyaron en su momento la creación del Lab sobre ruedas, la primera versión itinerante del Lab 0-6, y siguen apoyando su llegada a las escuelas infantiles 0-3 hasta el día de hoy.

Igualmente, la existencia del Lab 0_6 ha permitido comenzar a establecer una red de contactos internacionales con instituciones europeas de Austria, Suecia, Alemania, Italia, Hungría y Bulgaria que han sido de gran ayuda para la creación del Consorcio investigador derivado del proyecto H2020, o con el personal investigador de la University of Tenesse y University of West Carolina, compartiendo un proyecto de análisis del papel del adulto.

Por último, y no por ello menos importante, el Lab 0-6 es una puerta abierta a la sociedad. La apertura a visitas familiares, así como la repercusión que tiene en distintos medios, contribuye a expandir una idea de ciencia, infancia y aprendizaje acorde con los tiempos que vivimos y sitúa la Umanresa como una entidad útil para la dinamización de la educación en el territorio. El Lab 0_6 genera una conexión fluida entre el saber y la experiencia que se forja en la universidad, que deja de estar encerrado entre las cuatro paredes del edificio universitario, y el saber y la experiencia de la comunidad educativa y de la sociedad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Science*, *13*(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1

Bruner, J. (1996). What we have learned about early learning. *European Early Childhood Education Research Journal*, *4*(1), 5–16.

Bulunuz, M. (2013). Teaching science trough play in kindergarten: does integrated play and science instruction build understanding ? *European Early Childhood Education Research Journal*, *21*(2), 226–249.

Carbonell, J. (2020). Debats del Congrés (II): què fer per millorar la formació docent? *El Diari de l'educació*. Retrieved from https://diarieducacio.cat/debats-del-congres-ii-que-fer-per-millorar-la-formacio-docent/

Dahlberg, G., Moss, P., & Pence, A. (2005). *Más allá de la calidad en educación infantil : perspectivas posmodernas*. Barcelona : Graó.

Eshach, H., & Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, *14*(3), 315–336.

Izquierdo, M. (2013). Consideraciones acerca de la diferencia entre "contexto del alumno" y "contexto de modelizacion científica escolar" y de las dificultades que de ella se derivan. Bellaterra: UAB.

Kallery, M., & Psillos, D. (2002). What happens in the early science classroom? The reality of teachers' curricu-

lum implementation activities. *European Early Childhood Education Research Journal*, *10*(2), 49–61.

Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Márquez, C. (2010). Les competències: Una mirada des de les ciències de la naturalesa (pp. 132–139). Bellaterra: ICE de la UAB.

Pedreira, M. (2016). *«Puc tocar?» Anàlisi d'una proposta educativa del Museu de Ciències Naturals de Barcelona per a infants de 2 a 6 anys*. Retrieved from http://www.tdx.cat/handle/10803/386493

Pedreira, M., & Márquez, C. (2017a). Espacios de ciencia de libre elección: posibilidades y límites. Santiago de Chile: PUC. Retrieved from https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/186406/espcielib.pdf

Pedreira, M., & Márquez, C. (2017b). Learning environments to enjoy science from the youngest ages. *Journal of Emergent Science*, *4*, 7–15. Retrieved from https://www.ase.org.uk/journals/journal-of-emergent-science

Poddiakov, A. (2011). Didactic Objects for Development of Young Children's Combinatorial Experimentation and Causal-Experimental Thought. *International Journal of Early Years Education*, *19*(1), 65–78.

Quesada, C., Lemkow-Tovías, G., Vázquez, D., & Llebaria, M. (2019). Análisis De Transferencia E Impacto De La Propuesta De Ciencia Para La Primera Infancia "Lab Sobre Ruedas" En Centros Educativos De Territorio. In *CIMIE*. Lleida.

Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento: el desarrollo cognitivo en el contexto social*. Barcelona: Ediciones Paidós.

Sands, L., Carr, M., & Lee, W. (2012). Questions-asking and question-exploring. *European Early Childhood Education Research Journal*, *20*(4), 553–564.

Sardà i Jorge, A., Márquez, C., Sanmartí, N., & Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. (2014). *Característiques d'una pràctica docent i la seva influència en el desenvolupament de la competència científica*. *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. Universitat Autònoma de Barcelona. Retrieved from http://www.tdx.cat/handle/10803/284055

Tobin, K. (2010). Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo. *Enseñanza de Las Ciencias*, *3*(28), 301–314.

Vygotskii, L. S. (1988). *Pensament i llenguatge*. Vic: EUMO.

Wells, G. (2001). *Indagación dialógica: Hacia una teoría y una práctica socioculturales de la educaicón.* Barcelona: Paidós.

Wood, E. A. (2014). Free choice and free play in early childhood education: troubling the discourse. *International Journal of Early Years Education*, *22*(1), 4–18. https://doi.org/http://doi.org/10.1080/09669760.2013.830562

S16 Relación teoría-práctica para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestros de Educación Infantil

Carlos de Pro Chereguini[1] y José Cantó Doménech[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de Valencia. cpro@um.es

RESUMEN

La conexión teoría-práctica siempre ha sido una preocupación en la formación del profesorado en cualquier etapa de su desarrollo profesional. En la formación inicial en el ámbito de la enseñanza de las ciencias esta preocupación también subsiste, aunque ha sido poco trabajada. Por otra parte, en el primer escalón del ejercicio profesional de los futuros maestros se sitúan sus Prácticas de Enseñanza (PdE), donde nos planteamos qué tareas se les exigen para ver cómo podemos contribuir a ellas desde nuestras asignaturas "teóricas". Desde esta perspectiva enfocamos este estudio con alumnos que han cursado nuestras materias y las PdE para comprobar qué cosas de nuestras materias han utilizado y qué han echado en falta. En definitiva, qué relación ha existido entre teoría y práctica en la formación inicial para la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros de Educación Infantil.

Palabras clave: formación inicial de maestros; enseñanza de las ciencias; prácticas de enseñanza; educación infantil; relación teoría y práctica.

INTRODUCCIÓN

En la línea de lo comentado por Blanco (2019), creemos que existe una brecha importante entre la formación que los futuros maestros reciben en las Facultades de Educación y la transferencia que realizan a la práctica educativa. Si bien es cierto que las I Jornadas de la APICE celebradas en Málaga (2019) fueron muy esclarecedoras, poniendo el foco de atención en cómo mejorar la formación inicial de maestros en ciencias para incrementar la transferencia a las aulas y a los centros, pensamos que aún quedan pasos importantes por dar.

El acercamiento entre universidad y escuela en la etapa de formación inicial puede ser sumamente provechoso para los futuros maestros de Educación Infantil (EI), pues favorece la integración teoría y práctica, se realizan experiencias en contextos reales y se favorece el desarrollo de las competencias profesionales (Cantó, 2019). Por todo ello, las PdE son las materias que mejor visibilizan el carácter profesional de la titulación (Vázquez-Bernal, de las Heras, Jiménez-Pérez y Retana, 2019) y en las que se podrían contextualizar mejor todo lo que les enseñamos en nuestras materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) del Grado de Educación Infantil (Pro, Pro y Rodríguez, 2018).

Sobre las PdE se han realizado aportaciones en la DCE (Bonil, Márquez, Ribas y Guash, 2008; Castellfort y Sanmartí, 2012; Cantó, Pro y Solbes, 2016; ...). No obstante, seguimos considerando que hacen falta más contribuciones para saber cómo podríamos incrementar esta relación.

Las PdE pueden verse como el inicio al conocimiento práctico de la labor docente pero no pueden abarcar todas las necesidades que tendrá un maestro en el futuro, ya que aprender la práctica educativa requiere de un proceso que se extiende a lo largo de toda la vida laboral docente (Pro, 2011).

En la Figura 1 mostramos cuál es nuestra visión de las PdE, qué elementos integra, qué debe saber y saber hacer el futuro maestro...

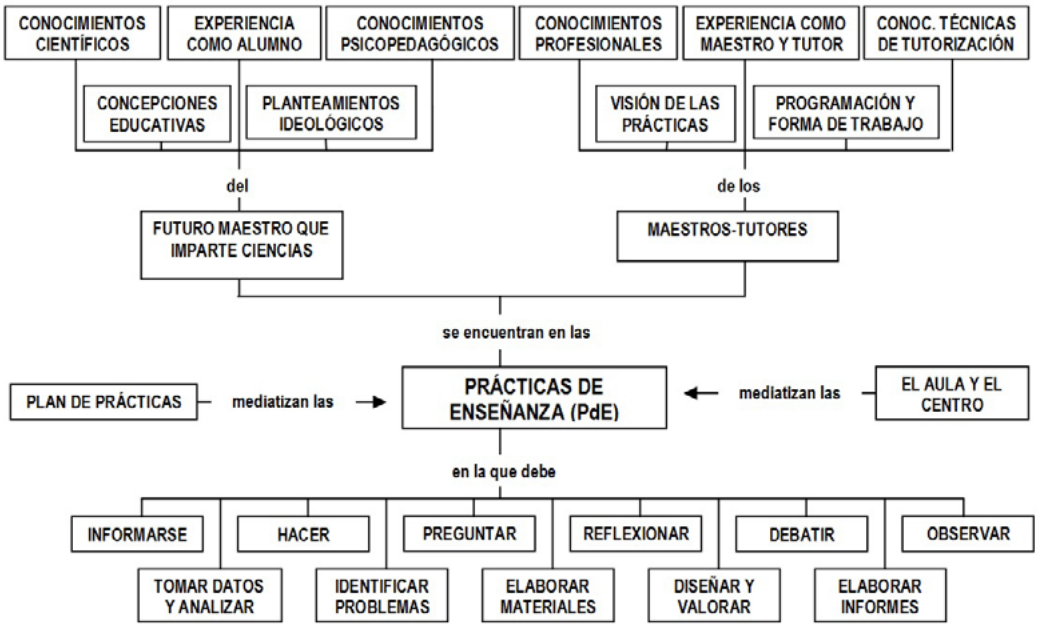


Figura 1. Las Prácticas de Enseñanza

Como puede apreciarse, las PdE no se plantean solo para "observar" o "hacer" sino también para informarse, identificar hechos, recoger y analizar datos, reflexionar, valorar...

El Prácticum en el Grado de Educación Infantil

En la Orden ECI/3854/2007 se fijan las competencias que los estudiantes deben adquirir en las PdE del Grado de Educación Infantil (GdEI). Los descriptores se concretan en la Tabla 1.

Tabla 1. Competencias del módulo Prácticum para el Grado de Maestro en Educación Infantil

COMPETENCIAS
Adquirir un conocimiento práctico del aula y de la gestión de la misma. Conocer y aplicar los procesos de interacción y comunicación en el aula, así como dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia. Controlar y hacer el seguimiento del proceso educativo y, en particular, de enseñanza y aprendizaje mediante el dominio de técnicas y estrategias necesarias. Relacionar teoría y práctica con la realidad del aula y del centro. Participar en la actividad docente y aprender a saber hacer, actuando y reflexionando desde la práctica. Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación que se puedan establecer en un centro. Regular los procesos de interacción y comunicación en grupos de estudiantes de 0-3 años y de 3-6 años. Conocer formas de colaboración con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social.

Todas estas competencias deben contemplarse en el Plan de Prácticas del GdEI del centro en el que realizamos el estudio. En éste, las PdE están presentes en los cuatro cursos del Grado. Recogemos en la Tabla 2 la estructura completa junto a las principales tareas a realizar en cada período (UM, 2016).

Tabla 2. Prácticum para el Grado de Maestro en Educación Infantil

	PRÁCTICUM 1 (P1)	PRÁCTICUM 2 (P2)	PRÁCTICUM 3 (P3)	PRÁCTICUM 4 (P4)
Créditos ECTS	6	8	15	15
Curso	1º	2º	3º	4º
Cuatrimestre	Segundo	Primer	Anual	Segundo
Duración	3 semanas	4 semanas	7 semanas	7 semanas
Principales tareas a realizar por el alumnado sobre el centro escolar y su contexto: - Describir el centro y su contexto socioeconómico y cultural [P1 y P2] - Revisar documentos de planificación del centro [P1 y P2] - Describir planes, proyectos o experiencias innovadoras del centro [P1, P3 y P4] - Describir alguna actividad extraescolar o complementaria en la que se participe [P1, P3 y P4] - Descripción de la dedicación horaria del maestro-tutor [P1 y P2] - Identificar los Órganos de Coordinación Docente y describir el Proceso de Coordinación General [P2] - Indicar y comentar las reuniones a las que se asista [P3 y P4] **Principales tareas a realizar por el alumnado sobre la organización y gestión del aula:** - Describir las zonas del aula y su funcionalidad [P1, P2, P3 y P4] - Describir los tipos de agrupamientos del alumnado según actividades [P1] - Identificar y describir las rutinas en el horario semanal del maestro-tutor [P2] - Describir las características del alumnado [P3 y P4] - Describir los contenidos del período de prácticas [P3 y P4] - Observar y comentar sobre la gestión y metodología del maestro-tutor en el aula [P3 y P4] **Principales tareas a realizar por el alumnado sobre los procesos de Enseñanza-Aprendizaje:** - Comentar brevemente las actividades realizadas en colaboración con el maestro-tutor [P1 y P2] - Describir la diversidad del alumnado y sus implicaciones en el proceso de E-A [P2] **Principales tareas a realizar por el alumnado sobre la planificación, puesta en práctica y reflexión sobre la acción docente:** - Diseñar, poner en práctica y evaluar actividades puntuales [4 en P3 y 2 en P4] - Diseñar, poner en práctica y evaluar una unidad de programación [P4] - Realizar un informe final de autoevaluación y de las prácticas [P3 y P4]				

En este contexto realizamos este estudio con futuros maestros de EI que han cursado nuestras materias de DCE y las PdE para comprobar qué relación ha existido entre teoría y práctica para la enseñanza de las ciencias en su etapa de formación inicial.

METODOLOGÍA

La técnica de análisis utilizada ha sido la de grupo de discusión a partir de una entrevista semiestructurada, de la cual disponemos: unas respuestas por escrito previas al desarrollo de la sesión y una información, en audio, del debate y la discusión de la propia sesión.

Los componentes del grupo de discusión eran siete alumnos egresados del curso anterior del GdEI de un centro adscrito a la Universidad de Murcia. Habían cursado 12 créditos de DCE en asignaturas obligatorias (6 en 3er. curso y 6 en 4º curso) y 44 créditos en sus cuatro períodos de Prácticas Escolares de la titulación (6 en 1º, 8 en 2º, 15 en 3º y 15 en 4º curso). Las tres primeras asignaturas de Prácticas Escolares se cursaban antes de la primera asignatura de DCE, por lo que solo podían "aprovechar" las Prácticas Escolares IV para aplicar la formación recibida en DCE.

En este trabajo solo presentamos la información referida a las cuestiones planteadas al grupo (Tabla 3) en la que se relacionaban directamente toda su formación inicial en materias de DCE con su último período de Prácticas Escolares.

Tabla 3. Cuestiones abordadas en el grupo de discusión

	CUESTIÓN
1)	¿Para qué os sirvió vuestra formación en DCE y que pudisteis aplicar en Prácticas Escolares IV?
2)	¿Qué echasteis en falta de vuestra formación en DCE para vuestras Prácticas Escolares?
3)	¿Cómo se puede llevar lo aprendido en las asignaturas de DCE del Grado a un aula de EI? ¿Es difícil?
4)	¿Los maestros en activo de EI son conscientes del verdadero potencial formativo que tienen las Ciencias?
5)	¿Los maestros en activo de EI están verdaderamente preparados para trabajar las Ciencias en el aula? ¿Cuánto creéis que depende de su formación inicial y de su formación permanente?

La nota media de los participantes era 8.8 en las asignaturas de DCE y 8.7 en las Prácticas Escolares.

RESULTADOS

En este apartado se sintetiza toda la información referida a las cinco cuestiones anteriores trasladadas al grupo de discusión de alumnos egresados.

- En relación a lo que utilizaron de las asignaturas de DCE en Prácticas Escolares IV:

Los antiguos alumnos manifestaron que pudieron poner en práctica actividades y recursos trabajados en estas asignaturas para trabajar diferentes tipos de contenidos como "la fauna y flora que nos rodea", "el experimento del huerto", "un circuito de psicomotricidad para explicar en qué consiste la respiración", etc.

Por otro lado, valoraron positivamente las tareas experimentales o experienciales ya que parece que pudieron comprobar que es posible "experimentar en el aula", "manipular de forma libre y aprender experiencias" o "realizar prácticas superchulas"; incluso, alguno habla de "poner en práctica el método científico".

Por último, destacaron que habían aprendido a "plantear preguntas", "recabar información de los alumnos

antes de las actividades", "hacer actividades globalizadas", "secuenciar mejor las actividades", "cómo usar el currículum", "plantear objetivos antes de hacer las actividades y no al revés" o "cómo recabar información post actividades para evaluar".

- En relación a lo que echaron de menos de las asignaturas de DCE:

En general, echaban en falta el no haber podido poner en práctica más actividades en un aula. Por ello, hubieran preferido haber cursado la primera asignatura de DCE antes de las Prácticas Escolares III para haber llevado al aula más cosas de las aprendidas.

También aludieron a que en las Prácticas Escolares IV el tiempo disponible era limitado porque tenían que recabar datos para su Trabajo Fin de Grado. Además, aunque todos tenían que realizar una secuencia de enseñanza completa, la temática, en la mayoría de los casos, estaba supeditada por la programación establecida por su tutor del colegio.

De forma genérica, hablaban de dos circunstancias. Por un lado, de que existe una gran distancia entre lo que se enseña en la universidad y lo que acontece en las escuelas. Por otro, de "se pierden dos años haciendo las cosas mal y, además, los profesores diciéndonos que los estábamos haciendo bien".

- En relación a la dificultad para llevar al aula lo aprendido en las asignaturas de DCE:

Aquí todos coincidieron en que no es difícil llevar todo lo asimilado en las asignaturas de DCE a un aula de EI, al "haber aprendido bien cómo hacerlo". Además, indicaron que "es de las áreas más sencillas" puesto que es "muy fácilmente adaptable a cualquiera de las edades".

Incluso, algunos señalaban que probablemente es una de "las que más llaman la atención de los alumnos", ya que "con algunas cosas flipaban y alucinaban los críos" como "dar clase en el patio", "ver crecer las plantas poco a poco", "experimentar o estar con seres vivos de verdad" o saber "qué tenemos dentro de nuestro cuerpo, cómo olemos, cómo vemos, …".

Todo ello, según los participantes, les motiva muchísimo porque "las Ciencias les encantan" y "les fascinan". Y, si bien es cierto que "trabajar de forma experimental dificulta la tarea del maestro", sin duda "enriquece mucho el aprendizaje del alumno".

- En relación a si los maestros de EI son conscientes del verdadero potencial formativo que tienen las Ciencias:

Casi todos coincidieron en que habían tenido la oportunidad de aprender mucho de sus tutores en todos los períodos de prácticas.

En relación con el valor asignado a las Ciencias, había una cierta unanimidad a la hora de indicar que "tenían otras prioridades: escribir, leer…" porque "la sociedad actual ha hecho que pensemos que hay que priorizar en dar Lengua, Matemáticas e Inglés" y parece que "a Primaria hay que llegar leyendo, escribiendo y sumando". Reconocían que "hay mucha presión de los padres… Habría que cambiar esa mentalidad…"

Por otro lado, dos de las participantes coincidían en que eran "menos conscientes en los colegios concertados" donde los contenidos los imponen los centros o "la presión por justificar el trabajo por fichas a las familias es mayor que la que tienen en los colegios públicos".

Otra egresada consideraba que podría ser también achacable a "aspectos de su formación que no conocen" porque, cuando ella proponía actividades, "sólo se ofrecían para ayudarme". Al hilo de esta afirmación, un egresado indicó que "hasta que no había llegado a la Universidad en ninguna etapa había sido consciente realmente de lo que podían transmitir las Ciencias", por lo que, quizás, eso podría justificar que no fueran conscientes de su potencial "porque nadie había llegado a transmitirles las Ciencias de la forma en la que nos la han transmitido a nosotros".

- En relación a si los maestros de EI están verdaderamente preparados para trabajar las Ciencias en el aula:

En líneas generales los egresados comparten que "los maestros no están suficientemente preparados para trabajar los contenidos de Ciencias por falta de formación". Sólo uno comentó también que era "por falta de motivación" o que "algunos están acomodados porque saben que de ahí no se van a mover", aludiendo de nuevo a los colegios concertados donde las realizaron.

Principalmente atribuyen más las carencias a la formación inicial porque "si en la carrera, y en las etapas anteriores, no te transmiten el gusto por las Ciencias, te va a costar un montón prepararte y formarte posteriormente", ya que sin "una buena experiencia al principio estás ya condicionado a que luego vayas a seguir indagando sobre un tema, formándote y hacer más variedad de actividades con los niños".

Una egresada añadió algo interesante que "algunos maestros sí se forman después en áreas como Matemáticas, aunque no tengan una buena experiencia, pero porque se les da más importancia que a las Ciencias".

CONCLUSIONES

El desarrollo del grupo de discusión ha puesto de manifiesto algunas cuestiones:

- El estudiante ha podido trasladar al aula y al centro algunas ideas y experiencias que habíamos compartido en las materias de DCE; no obstante, se percibe que, en algunos momentos, el estudiante debe decidir entre lo que le han contado en la Facultad y lo que hacen en el colegio.
- No se puede dejar para el Prácticum el acercamiento y la puesta en práctica de lo que se aprende en las asignaturas de DCE. Debemos incluir en nuestros programas formativos actividades con niños y niñas, en el aula y fuera del aula.
- La formación inicial no puede centrarse en la actualización de los conocimientos "mal adquiridos" en los niveles anteriores del sistema educativo. Resulta fundamental formar para que la futura maestra vea la utilidad de las Ciencias para los niños y niñas de Educación Infantil.
- Detectamos la necesidad -nuestra necesidad- de conocer mejor lo que se realizan en las aulas a las que enviamos a los futuros maestros; muchas veces la comodidad de los estudiantes predomina sobre la riqueza de lo que podrían realizar en las PdE.
- Deberíamos revisar los contenidos de todas materias –también de las de DCE- ya que hay aspectos sobre los que no formamos a nuestros alumnos (por ejemplo, la gestión de la clase, la temporalización de las actividades, la utilización integrada de lo que hay en el centro y fuera de éste…); no se les puede pedir en las PdE lo que previamente no se les ha enseñado.
- Nos parece muy interesante la calidad de la información recogida, a pesar de su sesgo indudable; los futuros maestros están cansados de responder por escrito a los cuestionarios sobre su grado de satisfacción y, con un grupo de discusión parece que aumentan la implicación personal y la profundidad de las argumentaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, A. (2019). De la formación inicial de maestros/as a la práctica educativa. La cuestión de la transferencia. *Boletín ENCIC Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, *3* (2), 3-7. Recuperado de http://www.encic.uma.es/wp-content/uploads/2017/07/Volumen-32.-Julio-2019.pdf

Bonil, J., Márquez, C., Ribas, T. y Guasch, O. (2008). Una experiencia de trabajo interdisciplinar en la formación inicial de maestros. En R. Jiménez (Ed.), Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp.384-390). Almería: U. Almería.

Cantó, J. (2019). Cuando la escuela y universidad colaboran en la formación de maestros de educación infantil: Análisis de una experiencia. *Boletín ENCIC Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, *3* (2), 124-126.

Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, *34* (3), 25-50. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870

Castellfort, A. y Sanmartí, N. (2012). Diseño, aplicación y evaluación de intervenciones en el ámbito de la experimentación en el marco del Practicum II de EI (0-3 años). XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 1031-1041). Santiago: Serv. Publ. Univ.

Orden ECI 3854/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Infantil. BOE 29 de diciembre de 2007, 53735-53738.

Pro, A. (2011). El Prácticum en el aula de ciencias (Física y Química): orientaciones para el diseño, la experimentación y la evaluación de actividades. En A. Caamaño (coord.), Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas (pp. 205-226). Barcelona, España: GRAÓ.

Pro, A., Pro, C. y Rodríguez, J. (2018). ¿Qué visión de la enseñanza de las ciencias se transmite a nuestros estudiantes en las Prácticas de Enseñanza en el Grado de Educación Infantil? En C. Martínez Losada y S. García Barros (eds.), 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 601-606). A Coruña, España: UDC-Servizo de Publicacións.

UM (2016). Ficha de la materia del Módulo de Prácticas Externas del Título de Grado en Educación Infantil (Facultad de Educación de la Universidad de Murcia). Recuperado de https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=5f26be14-ce4f-42ce-a03f-9e511bc8fc88&groupId=299436

Vázquez-Bernal, B., de las Heras, M.A., Jiménez-Pérez, R. y Retana, D. (2019). El Prácticum como eje para la transferencia científico-didáctica. *Boletín ENCIC Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, *3* (2), 134-137.

S17 Cooperación institucional para potenciar las vocaciones científicas infantiles

Julia Rodríguez-Carrillo, Rosario Mérida-Serrano, Mª Elena González-Alfaya, Mª Ángeles Olivares-García y Miguel Muñoz-Moya

Departamento de Educación. Universidad de Córdoba. E-mail: m12rocaj@uco.es

RESUMEN

La infrarrepresentación de las mujeres en la ciencia es un hecho constatado en numerosos informes nacionales e internacionales. Son diversas las investigaciones que señalan que los estereotipos sexistas perpetúan el menor interés de las niñas por la ciencia. Igualmente, la escasez de referencias científicas femeninas podría explicar la menor proporción de mujeres en estudios universitarios STEM. Con el respaldo anterior nace INFACIENCIA: De las niñas de hoy a las científicas de mañana, un proyecto de educación feminista desarrollado por la red RIECU durante los cursos 2018/2019, financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), y 2019/2020. INFACIENCIA persigue, desde el trabajo conjunto entre tres instituciones, ofrecer modelos de mujeres científicas para ir construyendo desde la infancia una imagen de ciencia inclusiva que valore el talento de la mujer.

Palabras clave: Educación Infantil; mujer y ciencia; vocaciones científicas; proyecto interinstitucional.

FORMACIÓN INICIAL DOCENTE Y FORMACIÓN CONTINUA: UNA TRANSICIÓN DISCONTINUA

La formación de los futuros docentes es uno de los grandes apoyos que sustenta el sistema educativo. Es necesario tener presente que la formación inicial y la formación continua ejercen una gran influencia en el desarrollo de la identidad docente. Como tal, esta formación debe apostar por la innovación, con un énfasis especial

en lo referente a las metodologías empleadas en el aula y al papel que juega el profesorado (Valverde, 2002). Diferentes investigaciones a lo largo de las últimas décadas (Beaty, 2009; Goldstein, 2008; Kostelnik, Soderman y Whiren, 2007) han constatado que los factores más determinantes en el correcto desarrollo en las aulas de Educación Infantil son las acciones e interacciones que tienen los docentes con los niños y las niñas. En la misma línea se sitúa el Informe McKinsey (Calleja Mediano, Collado Echaure, Macías Lizaso y San José Brosa, 2012), que ha investigado y comparado algunos de los mejores sistemas educativos del mundo, entre los que se encuentran los de Finlandia o Japón. Este informe concluye, también, que el nivel educativo de un país depende, principalmente, de la formación, la motivación y el aprendizaje permanente de sus docentes.

Por tanto, aprender a aprender y la actitud y predisposición de querer aprender a lo largo de toda la vida, construyendo así un proyecto personal y profesional, es la meta principal que la enseñanza universitaria debe asegurar, dentro de un mundo global y cambiante. Tradicionalmente, la universidad ha asumido dos funciones fundamentales: la formación de sus universitarios, y su acreditación al final de la misma, verificando que las nuevas promociones cumplen las condiciones requeridas para desempeñar con éxito una determinada profesión. Al salir de la universidad, los egresados tienen que continuar con su proceso formativo durante toda la vida ("Lifelong Learning"), pero es competencia de la institución universitaria garantizar que el recién graduado posee, como mínimo, los conocimientos para poder incorporarse con cierta calidad a la profesión (Mérida-Serrano, 2018).

El aprendizaje permanente se define como aquel conjunto de actividades concretas que realizan las personas, independientemente de la edad, encaminadas a la superación personal, la adquisición y reformulación de nuevos conocimientos, y para la mejora de habilidades y capacidades en diversos campos (Klug, Krause, Schober, Finsterwald y Spiel, 2014). La pasión por el aprendizaje a lo largo de toda la vida comienza desde la formación inicial. Allí, el profesorado universitario debe asegurar que el futuro profesorado desarrolla y domina todas las competencias necesarias para enseñar.

A la misma vez que se destaca la gran importancia que tiene la calidad del profesorado en el aprendizaje del alumnado, se presenta una serie de investigaciones en el marco del conocimiento práctico docente (Caena, 2014; Cochran-Smith y Zeichner, 2005; Korthagen, 2010; Pérez Gómez, 2010), que muestran una insatisfacción generalizada, a nivel nacional e internacional, suscitada por los programas de formación docente, tanto inicial como permanente. Esta insatisfacción se refiere a la construcción de un pensamiento práctico y a la adquisición de competencias profesionales docentes, así como a las carencias y al escaso aprovechamiento de la formación inicial. Por otro lado, la formación permanente, tal y como señalan Pineda, Moreno, Úcar y Belvis (2008), en la etapa de Educación Infantil se encuentra fragmentada, debido a la gran variedad que existe en cuanto a normativas, entidades y posibilidades formativas. Es necesario, pues, fomentar la motivación entre el profesorado para que no deje de formarse a lo largo de su carrera profesional

Teoría y práctica: ¿realidades irreconciliables?

En la formación inicial docente, el pensamiento práctico, así como las competencias profesionales, se construyen separando teoría y práctica, trabajo individual y trabajo cooperativo, racionalidad y acción, reflexión e intuición. Se trata de un modelo tradicional de formación (Tardif, 2004). Como consecuencia se produce, bajo estos parámetros, una desconexión entre lo aprendido en la universidad y lo demandado en las prácticas, lo cual lleva a minusvalorar el poder de la teoría, viéndose como una herramienta de poca utilidad para afrontar situaciones educativas reales. El escepticismo teórico en el que se instala el estudiantado universitario cuando regresa de sus experiencias de prácticas en los centros educativos, pone de manifiesto el choque de realidad que han sufrido (Korthagen, 2010), al haber experimentado una inmersión en la práctica con herramientas teóricas descontextualizadas, alejadas de las demandas educativas de la escuela y que no dan respuesta a las complejidades y problemas que presentan las aulas hoy día.

Estas diferencias tienen su base en los desajustes y las limitaciones que desde los años 80 se han producido al aplicar unos programas en la formación inicial sustentados en la racionalidad técnica. Esta concepción de la formación docente trajo consigo una separación entre la investigación (centrada en la universidad) y la práctica (que se lleva a cabo en la escuela o en los centros de formación permanente) (Mérida-Serrano, 2018). Esta racionalidad técnica reduce la práctica educativa a una mera actividad instrumental, en la que prevalecen los medios y los fines educativos, y donde se ignora el concepto moral y político de las actuaciones profesionales (Thomas y Brown, 2011). Sin embargo, los problemas que aparecen a diario en las aulas educativas no responden a la lógica unidireccional de aplicación de los principios teóricos aprendidos en la universidad. La práctica genera situaciones de dilemas imprevisibles e inciertos que van más allá de la teoría, y que deben motivar al docente para adoptar decisiones de carácter ético dentro de la profesión (Mérida-Serrano, 2018). Por tanto, para pasar a una racionalidad práctica, que incluye el pensamiento práctico y una actitud reflexiva sobre las prácticas docentes, resulta necesario hacer referencia a las aportaciones de los trabajos de Schön (1987 y 1998). De manera concreta, se citan tres conceptos de interés: (1) el conocimiento

en la acción docente; (2) la reflexión en la acción docente; y (3) la reflexión sobre la acción docente y sobre la reflexión en la acción docente.

En este contexto en el que es prioritario pasar de una racionalidad técnica a una racionalidad práctica en las actuaciones docentes, es inevitable el acercamiento entre las instituciones, entre la universidad, la escuela y los centros encargados de la formación continua.

Coordinación interinstitucional. El ejemplo exitoso de la Red RIECU

Uno de los retos a los que se enfrenta la formación inicial y continua del profesorado es la superación del binomio escuela-universidad o, como se apuntaba en epígrafes anteriores, la separación entre la teoría y la práctica educativas. En este contexto, resultan especialmente significativas las experiencias de investigación-acción colaborativas entre las diferentes agencias responsables de una formación de calidad de los y las docentes de Educación Infantil. Estos procesos colaborativos emergen como una oportunidad única para acabar con la dualidad entre el conocimiento generado por la academia y el saber experiencial construido por los y las docentes (Mérida-Serrano, 2018).

Las diferentes culturas organizativas y demandas institucionales de la universidad y la escuela, el hecho de no compartir el mismo contexto de trabajo o la escasez de tiempo y oportunidades para intercambiar puntos de vista, son factores que dificultan el acercamiento y la puesta en marcha de iniciativas compartidas. La Red de Infantil Escuela-Centro del Profesorado-Universidad (en adelante, RIECU) es una comunidad de práctica que se erige como ejemplo inspirador en cuanto a complementariedad de miradas se refiere. De hecho, es precisamente la pluralidad de las instituciones formativas que la componen lo que la hace tan valiosa. Desde su creación en el curso académico 2007/2008, RIECU ha ido consolidándose como referente de coordinación interinstitucional tanto dentro como fuera de la Universidad de Córdoba. Han sido numerosos los proyectos de innovación, investigación y transferencia puestos en marcha en el seno de la Red. De su actuación exitosa pueden desprenderse algunos principios para la constitución, el funcionamiento y la continuidad en el tiempo de grupos de trabajo híbridos entre la escuela y la universidad (Mérida-Serrano, 2018; Mérida-Serrano, González-Alfaya y Olivares-García, 2013; Mérida-Serrano, González-Alfaya y Olivares-García, 2016; Mérida-Serrano, González-Alfaya, Olivares-García, Rodríguez-Carrillo y Muñoz-Moya, en prensa):

- Armonizar discursos, compatibilizar criterios y encontrar lo que podrían calificarse como "nudos gordianos". Las personas que integran la Red RIECU conciben la educación, las capacidades infantiles, los procesos de enseñanza-aprendizaje, la colaboración con la comunidad y la investigación educativa bajo un mismo prisma.

- Instaurar la cultura del aprender del otro (Schön, 1998) al considerar que todas las personas que constituyen el grupo pueden encontrar y proponer buenas ideas. En este ambiente de complementariedad de perspectivas, se hacen posibles el aprendizaje dialógico, la coordinación horizontal y la distribución igualitaria de poder entre los distintos agentes participantes.
- Encontrar espacios y tiempos para el encuentro presencial, lo que hará posible el diálogo igualitario y el debate de las propuestas. En este sentido, han de ponerse los medios que sean necesarios para lograr que la comunicación sea sencilla y eficaz, huyendo de fórmulas burocratizadas.

INFA-CIENCIA. Un proyecto compartido de educación feminista en la infancia

La pertinencia de emprender un proyecto como INFA-CIENCIA en Educación Infantil

A pesar de los muchos avances sociales conseguidos en el marco de la igualdad de género, aún hoy sigue existiendo una distribución de roles diferenciada entre hombres y mujeres. En este sentido, se infravaloran las tareas de cuidado, las cuales son asumidas preferentemente por las mujeres, y se aprecia una clara infrarrepresentación de estas en el ámbito de las ciencias, la tecnología, las ingenierías y las matemáticas. La masculinización de las carreras científicas se debe, fundamentalmente, a la gran implicación personal que exigen, lo cual se revela como incompatible con las tareas domésticas y de cuidado que siguen asumiendo prioritariamente, y por desgracia, las mujeres (Bravo Herrera et al., 2020; Mérida Serrano et al., 2017). En línea con numerosos informes nacionales e internacionales y, en concreto, con las directrices del Programa Europeo Horizonte 2020, es urgente la eliminación de las barreras sociales que impiden el acceso en igualdad de condiciones de las mujeres a la ciencia (Gómez Díaz, 2016).

Figura 1. Indagaciones científicas en un aula de Educación Infantil durante el proyecto INFA-CIENCIA

Junto a la escasa representación de la mujer en el ámbito científico, se produce una invisibilidad de aquellas mujeres que sí han conseguido hacerse hueco en un campo dominado por los hombres. La ausencia de referencias de mujeres científicas produce una orfandad de modelos para las niñas, lo cual contribuye a seguir perpetuando la presencia desigual de hombres y mujeres en carreras STEM. Estudios como el de Dasgupta y Asgari (2004) o el de Young, Rudman, Buettner y McLean (2013) arrojan luz, al demostrar el efecto protector que supone ofrecer a niñas en edad infantil ejemplos de mujeres científicas con quienes poder identificarse, lo que contribuye, igualmente, a acabar con el binomio hombre-ciencia. En la misma línea, Gómez Díaz (2016)

advierte de la necesidad de presentar a los niños y niñas durante la primera infancia ejemplos históricos y referencias de científicas, siendo esta etapa el momento en el que aparecen las primeras diferencias en tendencias comportamentales y actitudinales unidas al género. Sin embargo, se ha constatado la ausencia generalizada de alusiones a mujeres científicas en el currículum escolar, en los libros de texto y en los materiales didácticos.

Como consecuencia, la escuela infantil puede optar por acomodarse y perpetuar los patrones hegemónicos de género que establece el orden social o, por el contrario, ponerlos en tela de juicio y trabajar para contribuir a su transformación. El proyecto INFA-CIENCIA se diseña y pone en marcha para alcanzar el segundo propósito. Aunque parezca sorprendente, son realmente escasas las experiencias de divulgación científica dirigidas a niños y niñas en edad infantil. Por esta razón, creemos que INFA-CIENCIA se presenta como un proyecto particularmente innovador, al considerar al alumnado de Educación Infantil y Educación Especial como colectivos con incontables competencias, desterrando la idea que ha prevalecido durante demasiado tiempo y que los ha considerado limitados, subrayando aquello que aún no son capaces de hacer. Por esta razón, INFA-CIENCIA pretende ser una oportunidad para que el alumnado de Educación Infantil y Educación Especial reflexione sobre la ciencia y adquiera aprendizajes poniendo en práctica el método científico (Mérida Serrano, 2020).

Desarrollo de la experiencia. INFA-CIENCIA de cerca

El proyecto "INFA-CIENCIA. De las niñas de hoy a las científicas de mañana" se desarrolla desde 2017. Es una empresa compartida entre la Red RIECU y el grupo de investigación de la Universidad de Córdoba SEJ-614 INCIDE y ha contado con el respaldo de la Federación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Con su puesta en marcha se persiguen los siguientes fines:

- Acercar la ciencia a la escuela.
- Acompañar el desarrollo de la personalidad de los niños y niñas, con la consiguiente aparición de los primeros intereses y el despertar de las vocaciones.
- Contribuir al desarrollo en la infancia de las habilidades (cognitivas, sociales, etc.) necesarias para divulgar la ciencia.
- Visibilizar la ciencia hecha por mujeres y ofrecer referentes femeninos valientes e inteligentes.
- Contrarrestar los modelos sociales estereotipados a los que la infancia está expuesta desde su nacimiento.

Igualmente, un propósito intrínseco al desarrollo de INFA-CIENCIA, dada la trayectoria de la Red RIECU y del grupo INCIDE como agentes promotores de la experiencia, es fomentar la colaboración entre instituciones (la Universidad de Córdoba —incluyendo al Aula de la Infancia de Proyección Social y Cultural de la Universidad de Córdoba y a la Cátedra de Estudios de las Mujeres "Leonor de Guzmán"—, centros educativos públicos dependientes de la Delegación Provincial de Educación de la Junta de Andalucía, centros concertados de Educación Infantil y Educación Especial y el Centro de Profesorado de Córdoba. Asimismo, se persigue el fomento de la interdisciplinariedad, la cual se evidencia a través del trabajo conjunto del alumnado de Educación Infantil y Educación Especial, sus docentes y familias, equipos directivos de los centros educativos, asesoras de formación y profesorado universitario de distintas áreas de conocimiento (Didáctica y Organización Escolar, Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación y Didáctica de las Ciencias Experimentales). En estos dos años, el total de participantes es de 951.

La secuencia de fases en las que se ha desarrollado INFA-CIENCIA es la siguiente:

1. Sesión de planificación.

2. Elección de las científicas a investigar en las aulas de Educación Infantil, Educación Especial y en las aulas de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba.
3. Estudio de las biografías de las científicas elegidas (en las aulas infantiles, de Educación Especial y universitarias) empleando el enfoque pedagógico de Aprendizaje Basado en Proyectos, en el que se utiliza el método científico como vía de acceso y de construcción del conocimiento.
4. Realización de trabajos y experimentos relacionados con los hallazgos de cada científica (en las aulas infantiles, de Educación Especial y universitarias).
5. Jornada de intercambio de aprendizajes entre el alumnado de Educación Infantil y Educación Especial y el alumnado de Magisterio.
6. Elaboración de fichas biográficas en las aulas de Educación Infantil y Educación Especial.
7. Confección de un libro viajero gigante que aglutina todas las fichas biográficas.
8. Elaboración del libro digital "Científicas con Ojos de Infancia"
9. Caracterización de maniquíes en las aulas de Educación Infantil, Educación Especial y universitarias.
10. Celebración de la feria final de INFA-CIENCIA, como momento de encuentro e intercambio entre todos los agentes participantes, así como de difusión de la experiencia a la ciudadanía.

CURSO 2018-2019
Gabriela Morreale – Bioquímica endrocrinóloga
Vera Rubin – Astrónoma
Mary Anning – Paleontóloga
Maria Sybilla Merian – Entomóloga
Sylvia Earle – Bióloga marina
Carmen Pérez Díe – Egiptóloga
María Montessori – Pedagoga
Rosalind Franklin – Química
CURSO 2019-2020
Jane Goodall – Primatóloga
Josefina Castellví – Oceanógrafa
Inge Lehmann – Sismóloga
Carolina Herschel – Astrónoma
Mary Walton – Inventora y activista contra la contaminación
Florence Nightingale – Enfermera

Tabla 1. Científicas investigadas en las dos ediciones del proyecto INFA-CIENCIA

La evaluación de la experiencia también ha querido tener presentes a todos los colectivos implicados. Por esta razón, se han diseñado instrumentos ad-hoc para recabar las opiniones de niños y niñas (talk-and-draw

session o entrevista gráfica), docentes y profesorado universitario (entrevista semiestructurada), familias y alumnado universitario (cuestionario).

Tras el análisis de la información recabada, podemos concluir que INFA-CIENCIA es una experiencia de innovación enriquecedora para todos los agentes que han participado. En concreto:

- Ha contribuido a enriquecer y ampliar el conocimiento de científicas relevantes por parte de todos y todas las participantes.
- Ha contribuido al cambio en las representaciones mentales sobre las profesiones futuras que posee la infancia, así como al cuestionamiento de las tareas asignadas tradicionalmente a las mujeres y al rechazo de las razones de la discriminación directa que han sufrido las mujeres en el ámbito científico.
- Ha ayudado a valorar las infinitas capacidades de la infancia, al abordar contenidos científicos que normalmente se perciben como complejos para edades tempranas.
- Ha propiciado la colaboración entre la formación inicial y continua del profesorado, entre la teoría y la práctica educativas, así como el enriquecimiento entre especialistas de distintas ramas de conocimiento.
- Ha favorecido la implicación familiar en el aprendizaje de los niños y las niñas, así como la transferencia del conocimiento infantil a la ciudadanía.

Como líneas futuras de trabajo, sería interesante replicar la experiencia en otros lugares, aprovechando nuestros contactos a nivel nacional e internacional, así como iniciar las acciones pertinentes para que se incluyan estudios sobre ciencia y género en los planes de estudio de la formación inicial del profesorado, y en la oferta formativa de los Centros de Profesorado para enriquecer la formación continua del profesorado.

Figura 2. Niña y alumna de Magisterio viendo insectos al microscopio

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beaty, J. (2009). *Preschool appropriate practices*. Nueva York: Cengage Learning.

Bravo Herrera, M.P., Corpas Martín, B., Encinas Dueñas, M.C., González Alfaya, M.E., Guzmán Moral, O.M.,

Lara Poveda, M.C., …Sánchez Utrilla, N. (2020). Infa-Ciencia. De las niñas de hoy a las científicas de mañana. *Cuadernos de Pedagogía*, *505*(enero), 30-35.

Caena, F. (2014). *Initial teacher education in Europe: an over view of policy issues*. Bruselas: Comisión Europea.

Calleja Mediano, T., Collado Echaure, S., Macías Lizaso, G., y San José Brosa, C. (2012). *Educación en España. Motivos para la esperanza*. Madrid: McKinsey & Company.

Cochran-Smith, M. y Zeichner, K. M. (Eds.) (2005). *Studying Teacher Education. The Report of the AERA Panel on Research and Teacher Education*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Dasgupta, N., & Asgari, S. (2004). Seeing is believing: Exposure to counterstereotypic women leaders and its effect on the malleability of automatic gender stereotyping. *Journal of Experimental Social Psychology*, *40*(5), 642–658. DOI: https://doi.org/10.1016/J.JESP.2004.02.003

Goldstein, L. (2008). Teaching the standards is developmentally appropriate practice: Strategies for incorporating the sociopolitical dimension of DAP in early childhood teaching. *Early Childhood Education Journal*, *36*(3), 253-260.

Gómez Díaz, M. J. (Coord.) (2016). *Scientific literacy at school: A proposal of a new methodology*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Klug, J., Krause, N., Schober, B., Finsterwald, M., y Spiel, C. (2014). How do Teachers Promote their Students' Lifelong Learning in Class? Development and First Application of the LLL Interview. *Teaching and Teacher Education*, *37*, 119-129.

Korthagen, F. (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *68*(24,2), 83-102.

Kostelnik, M., Soderman, A., y Whiren, A. (2007). *Developmentally appropriate curriculum: Best practices in early childhood education*. Upper Saddle River, NJ (US): Pearson.

Mérida Serrano, R. (9 de febrero de 2020). La divulgación científica se olvida de las más pequeñas: Hemos demostrado que es un error. *The Conversation*. Recuperado de https://theconversation.com/la-divulgacion-cientifica-se-olvida-de-las-mas-pequenas-hemos-demostrado-que-es-un-error-131175

Mérida-Serrano, R. (2018). El Prácticum en la Red de Infantil Escuela-Centro de Profesorado-Universidad. En R. Mérida-Serrano, *Proyecto de acceso a cátedra* (pp. 255-278). Córdoba: Universidad de Córdoba.

Mérida Serrano, R., González Alfaya, E., & Olivares García, M. Á. (2013). La red infantil RIECU desde la mirada de sus protagonistas. *Revista Iberoamericana de Educación*, *62*(2), 1–11. DOI: https://doi.org/10.35362/rie622845

Mérida-Serrano, R., González-Alfaya, M.E., Olivares-García, M. Á., Rodríguez-Carrillo, J., y Muñoz-Moya, M. (2020). El Prácticum, un espacio para la investigación transformadora en los contextos educativos infantiles. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, *18*(2), 17-34. https://revistas.uam.es/index.php/reice/article/view/reice2020.18.2.001

Mérida, R., González, M.E., Olivares, M.Á., Torres, J., Alcántara, J., López, A., …Castillejo, A.M. (2017). *Infa-Ciencia. De las niñas de hoy a las científicas de mañana*. Córdoba: UCOPress. Recuperado de http://www.uco.es/ucopress/images/librosgratuitos/978-84-9927-451-5/ebook.html

Olivares-García, M.Á., González-Alfaya, E., Mérida Serrano, R. (2016). Reconocernos: Cuando la formación docente inicial y continua se dan la mano. RIECU, Red de Infantil, Escuela, Centro de Profesorado y Universidad. En N. Serrano Díaz (Ed.), *Innovación docente universitaria en Educación Infantil* (pp. 47-63). Barcelona: Octaedro.

Pérez Gómez, A. I. (2010). La naturaleza del conocimiento práctico y sus implicaciones en la formación de docentes. *Infancia y Aprendizaje*, *33*(2), 171-177.

Pineda, P., Moreno, M. V., Úcar, X., y Belvis, E. (2008). Derecho a la calidad: evaluación de la formación permanente en el sector de la educación infantil en España. *Revista de Educación*, *347*, 101-126.

Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Madrid: Paidós Ibérica.

Schön, D. (1987). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid: Paidós/MEC.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Thomas, D. y Brown, J. S. (2011). *A New Culture of Learning: Cultivating the Imagination for a World of Constant Change*. Lexington, KY (US): Create Space.

Valverde, J. (2002). Formación del profesorado para el uso educativo de las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC*, *1*(2), 9-28.

Young, D. M., Rudman, L. A., Buettner, H. M., & McLean, M. C. (2013). The influence of female role models on women's implicit science cognitions. *Psychology of Women Quarterly*, *37*(3), 283–292. DOI: https://doi.org/10.1177/0361684313482109

S18 Análisis de la potencialidad de los espacios al aire libre para trabajar la competencia científica a través del alumnado en formación

Josu Sanz, Daniel Zuazagoitia, Maider Pérez, Eider Lizaso

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, josu.sanz@ehu.eus

RESUMEN

Muchas escuelas de infantil están volviendo la mirada al patio escolar, dotando a estos espacios de más elementos naturales. A su vez, muchas escuelas están aprovechando los entornos verdes cercanos al centro para trabajar aspectos relacionados con el medio natural. Y es que la conjunción de una disponibilidad de tiempo y espacios exteriores dotados de elementos atractivos, sensoriales, y preferentemente naturales, que ofrezcan oportunidades para las interacciones sociales y con el medio, junto con una adecuada orientación hacia la práctica científica, puede fomentar un mejor aprendizaje y una mayor apropiación del contexto natural. A través del profesorado en formación se han analizado varios centros de las provincias de Guipúzcoa con el fin de categorizar diferentes tipologías de escuelas e identificar los factores determinantes para la promoción de la competencia científica en estos espacios fuera del aula. Como parte de esa iniciativa, en este trabajo se presentan los resultados del análisis de uno de esos centros.

Palabras clave: educación infantil, espacios fuera de aula, competencia científica.

INTRODUCCIÓN

Un número cada vez mayor de escuelas de infantil está realizando actuaciones para transformar y naturalizar sus patios, los cuales podrían ser un escenario clave para el desarrollo de la competencia científica. La relación entre el aprendizaje y el diseño y uso de espacios escolares al aire libre en infantil no ha sido suficientemente estudiada aunque es presumible que un patio con mayor presencia de materiales no-estructurados, agua, arena, tierra o elementos vegetales pueda ofrecer más oportunidades para promover la exploración informal y espontanea de la ciencia que un patio tradicional.

Y es que estos patios escolares transformados o naturalizados —denominados *playscapes* por Frost (1992)— son espacios intencionalmente diseñados para conectar a los niños con el agua, el suelo, con los factores climáticos, con los árboles. Es decir, con elementos que normalmente se encuentran en la naturaleza y que ofrecen a los niños oportunidades de aprendizaje que no se dan en los patios tradicionales (Carr y Luken, 2014).

Un patio naturalizado o espacio al aire libre que quiera tener un propósito educativo tendría que contar, entre otros elementos, con agua accesible en forma de arroyos, fuentes o charcos; rocas, arena y diferentes tipos de suelos y pavimentos; una topografía en ocasiones irregular además de alturas con cuerdas, túneles, tubos y pasadizos; diversidad de árboles y plantas; elementos de juego constructivo y simbólico, herramientas para excavar, cubos para hacer transvases y otros materiales de almacenaje; caminos y senderos que recorran el espacio junto con espacios privados para esconderse, y por supuesto, espacios comunes para la socialización o el descanso.

El diseño intencional de los patios escolares con la integración de elementos naturales puede estimular el interés y la curiosidad científica de los niños (Gehris, Gooze y Whitaker, 2015; Waite, 2010). Algunos autores afirman que frente a los patios tradicionales, en este tipo de espacios el aprendizaje de la ciencia a través de la exploración y el juego se produce de forma natural mediante experiencias de aprendizaje práctico con la interactuación con elementos como la arena, el agua o el barro (Kochanowski y Carr, 2014).

El papel de la maestra es el de facilitar esa conexión, conectando el juego con experiencias curriculares (Kemple et al., 2016) y guiando procesos de indagación donde se requiere de una serie de operaciones, a las que comúnmente se suele referir como habilidades de procesos científicos, y que incluyen observar, clasificar, predecir, realizar afirmaciones sobre evidencias (Bonawitz et al., 2012).

Aunque existe una sólida base de conocimiento científico acerca de los beneficios del aprendizaje al aire libre en aspectos como las habilidades sociales de los niños (Agostini, Minelli y Mandolesi, 2018) o el bienestar mental y físico (McAnally, Robertson y Hancox, 2018), no son muchas las investigaciones realizadas para evaluar el impacto de los espacios fuera del aula en la competencia científica, y aún menos en el ámbito de infantil.

Este trabajo surge de la necesidad de evaluar si una transformación natural del patio podría redundar en una mejora en la competencia científica de los niños de infantil. Presentamos aquí un modelo de evaluación además de los resultados de un análisis realizado en una escuela que cuenta con este tipo de patios. Este estudio de caso nos ha permitido identificar varios aspectos clave que podrían facilitar el aprendizaje de las ciencias en espacios al aire libre.

METODOLOGÍA

Se han escogido para este análisis una escuela de la provincia de Gipuzkoa que recientemente ha realizado una trasformación del patio. El objetivo de este trabajo es analizar si se trabaja de forma consciente y activa la competencia científica tanto en el aula como en ese patio naturalizado. Este análisis se ha planteado en diferentes pasos y fases.

Un primer análisis general de cada centro permite obtener una imagen del funcionamiento de la escuela. Se

debe determinar cuál es el modelo pedagógico con el que se trabaja, si se realiza un tratamiento expreso de la ciencia a través de talleres de ciencia o de actividades de experimentación, la configuración de los espacios, así como el uso de los mismos tanto dentro como fuera al aire libre o el tiempo de uso de los espacios exteriores, y las dinámicas que se desarrollan en estos lugares (juego libre, experimentación, retos, etc.), entre otros aspectos generales.

En un siguiente paso se identifican las diferentes zonas de las que se componen los espacios exteriores (patio). La delimitación de estas zonas por parte del investigador-observador no responde a ningún criterio específico, pero lo más adecuado es definirlas en función de los materiales existentes o de las actividades que se desarrollen (zona de toboganes, zona de vegetación, zona de juegos con arena…). El análisis más específico de la competencia científica se realiza en tres fases que se describen a continuación.

Fase 1 Diagnóstico

En una primera fase, se realiza un análisis-diagnóstico de cómo se trabaja la competencia científica en cada una de las zonas es las que se ha delimitado el patio. Para ello se ha diseñado una hoja de análisis y registro que se basa en la cuantificación del material disponible, de los conceptos que se trabajan y de los procesos científicos que se promueven (figura 1).

En relación a los materiales, se deben identificar los dedicados a la educación científica (Cantó, de Pro, y Solbes, 2016; Tu, 2006). Los contenidos científicos se han clasificado en tres áreas de conocimiento generales: ciencias de la tierra y el espacio, física-química y ciencias de la vida (NGSS, 2013), basándose en modelos y fenómenos que se suelen trabajar comúnmente en el aula de educación infantil (Worth y Grollman, 2003). El evaluador categoriza mediante observación directa los procesos científicos que los niños desarrollan en sus actividades (Martin, 2001). De acuerdo con Wight et al. (2015), estas operaciones tienen implícito un orden jerárquico en relación al grado de indagación científica, desde el nivel más bajo (observar) hasta el más alto (explorar e investigar). El 'cooperar' es una operación transversal, que puede darse en cualquier de los demás. El tiempo para el análisis de los diferentes espacios puede condicionar en gran medida los resultados obtenidos, por lo que se ha establecido un periodo de observación de una semana.

Finalmente, mediante un último epígrafe de comentarios se debe indicar también el rol de los docentes, sus intervenciones, si fomenta la observación o la exploración, si plantea retos, si construye nexos de unión entre la ciencia del aula y la del espacio al aire libre etc. (Pedreira, 2018; Ríos y Brewer, 2014).

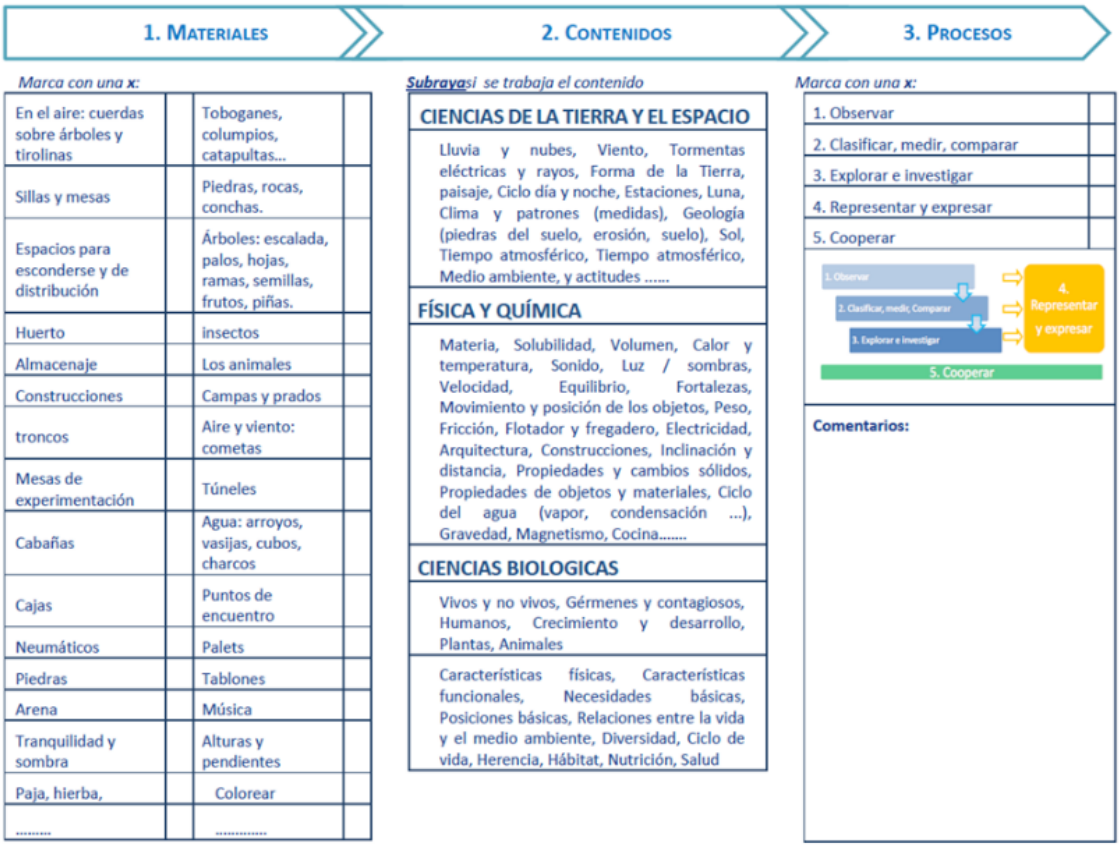


Figura 1. Hoja de registro de variables para el desarrollo de la competencia científica.

Además, el análisis de los espacios al aire libre se debe completar mediante dos escalas validadas. La escala ECERS (*Early Childhoood Environment Rating Scale*, 1998) que determina las características de estos espacios mediante nueve dimensiones (motricidad gruesa, prácticas saludables, juego libre, uso de espacios naturales ...) y SEVEN 7 (Brussoni et al, 2017) que determina la calidad del espacio al aire libre mediante siete dimensiones (carácter, contexto, conectividad, claridad, oportunidad, cambio y retos).

Fase 2 Intencionalidad

Una vez realizado el diagnóstico, y utilizando las mismas hojas de registro, se realizan entrevistas con las docentes implicadas con el objetivo de determinar qué conceptos y procesos científicos se trabajan de forma consciente en el aula y en el patio. El objetivo es determinar la intencionalidad de las intervenciones educativas. Es decir, se desea saber si en cada espacio se han colocado conscientemente los materiales/elementos que podemos encontrar, así como los diferentes espacios y áreas que se han identificado, y en caso afirmativo saber la finalidad de los mismos. Es decir, qué procesos y qué contenidos se busca desarrollar.

Fase 3 Potencialidad

Hasta ahora la evaluación de los diferentes espacios y de la competencia científica que en ellos se desarrolla, así como el papel desempeñado por el profesorado, ofrecen una imagen de la utilización de ese espacio. Para completar ese análisis, en este último punto el observador debe cuantificar cuáles son según su criterio, las verdaderas posibilidades que nos ofrecen esos espacios. Es decir, la mirada entrenada y adecuadamente for-

mada del investigador puede cuantificar la potencialidad (*affordance*) real que tienen estos espacios, utilizando una vez más la misma hoja de análisis que en las ocasiones anteriores. Este término, *affordance*, fue definido por Gibson (1979) en el marco de la psicología ambiental y sirve para describir lo que un espacio puede ofrecer a un niño, es decir, lo que le 'invita' y le permite hacer (Kyttä, 2002).

Así, cada niño interpreta las propiedades funcionales de los espacios y de los materiales y las adapta y personaliza a su juego y a su aprendizaje. Por tanto, si bien un árbol es un árbol, o un palo es un palo, la funcionalidad que los niños otorguen a cada uno de ellos puede ser variada. Es evidente que cuanto más accesible, heterogéneo y variable sea un espacio, más posibilidades nos ofrecerá. De la misma manera que el término *affordance* describe las posibilidades funcionales y educativas que ofrece un espacio fuera del aula, el mismo concepto se puede trasladar a la competencia científica (*scientific affordance*): los espacios fuera del aula pueden ofrecer oportunidades para desarrollar un conocimiento científico en los niños.

RESULTADOS

La escuela analizada es concertada y ha adoptado el pasado curso un modelo pedagógico basado en la Pedagogía de la Confianza, es decir, que se orienta a la libre circulación. A la vez, se desarrolló también una transformación del patio, integrando elementos naturales, huerto, toboganes y construcciones, entre otros. Para este análisis el espacio exterior se ha dividido en 5 zonas en función del tipo de elementos que encontramos en cada una de ellas (Figura 2).

Figura 2. Esquema general del patio y zonas delimitadas para el estudio.

Según las escalas ECERS y SEVEN7 es un espacio de alta calidad, con diversas zonas que se conectan muy bien entre sí y donde el niño se sitúa muy fácilmente. Hay también elementos de cambio en forma de vegetación estacional y elementos que ofrecen retos a los niños cuando por ejemplo tiran objetos del tobogán.

Algunos aspectos a mejorar serian la presencia de más vegetación (en la Figura 2 podemos fijarnos como la

zona de las plantas está vallada) y más materiales de construcción.

En relación a la competencia científica, en el espacio exterior no se da importancia a los conceptos y a los procesos, ya que no se promueven de forma consciente. En la figura 3 podemos comprobar además como hay una gran diferencia en relación a los contenidos y materiales presentes en las zonas 1 y 3 con respecto al resto. En cualquier caso, debemos destacar que, si bien en todas las zonas se apuntan conceptos que se están trabajando, esto es siempre relativo ya que no se promueven de manera consciente por parte del docente sino más bien los niños se acercan a estos conceptos de manera superficial mediante la exploración libre y el juego.

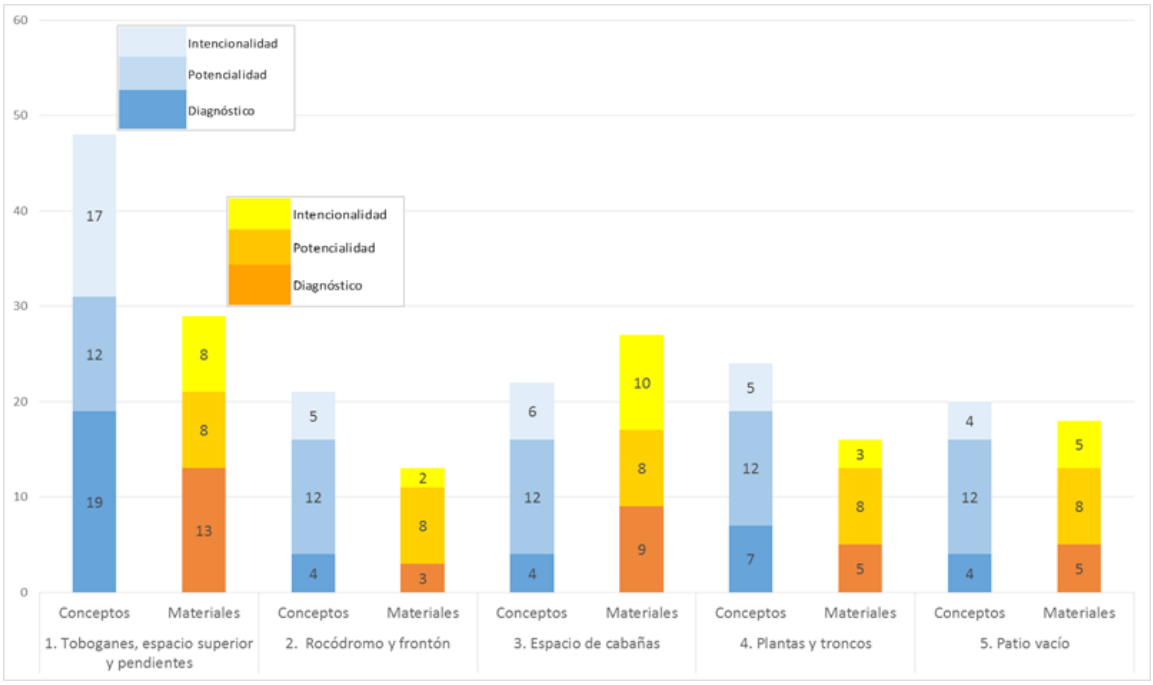


Figura 3. Resultados de las tres mediciones (diagnostico, potencialidad, intencionalidad) en el patio.

La intencionalidad de las maestras está enfocada en integrar materiales pero no en trabajar conceptos ni en fomentar procesos. Además, las maestras identifican menos conceptos de los que realmente se están produciendo (Figura 3). No creen que haya que integrar más materiales ya que consideran que el número y la variedad de los mismos es adecuada, a pesar de que en su día se retiraron los materiales no-estructurados por el mal uso que se hacía de ellos. Los resultados muestran que en el patio existe una gran potencialidad para trabajar conceptos científicos que hasta ahora no se trabajan consciente o intencionalmente por parte de los docentes. El aprovechamiento de todas las posibilidades que ofrece el patio pasaría por compensar todas las zonas, integrando materiales en el espacio de cabañas, el patio vacío y la zona de plantas. Serían así más atractivas para los niños y se podrían trabajar conceptos como el agua y la meteorología, la música (integrando tubos de PVC), los sentidos (aprovechando los elementos naturales) o el juego simbólico (sacando juguetes al patio).

En relación a la baja intencionalidad de trabajar la ciencia y los conceptos científicos se propuso una intervención educativa. En este caso trabajando el tema de la física y las rampas, un ámbito que podía conectar el espacio exterior y lo que se trabajaba en el aula (Figura 4). La intervención educativa se basó en desarrollar el concepto de rampa, conectando actividades dentro y fuera del aula, a través del fomento de los procesos científicos. Todo ello se trabajó mediante las *productive questions* (Marteens, 1999).

Una vez se trabajaron en el patio varios conceptos como los pesos, las fuerzas, la fricción o la velocidad (no todos comprendidos pero sí abordados) se pasó a trabajar los mismos conceptos dentro de clase (Figura 4). Para

ello, y con la ayuda de varios tacos y rampas de madera se fomentaron procesos como la experimentación (con retos y problemas) o la modificación de variables (inclinación de las rampas, distintas pelotas….).

Figura 4. Actividades con las rampas dentro y fuera del aula.

CONCLUSIONES

En este estudio se ha querido analizar si los patios de escuelas infantiles que han sido transformados mediante la incorporación de elementos naturales constituyen una oportunidad para trabajar la competencia científica. Se ha desarrollado un instrumento de análisis y cuantificación del potencial para desarrollar la competencia científica, basado en una escala sencilla que relaciona los materiales, conceptos y procesos científicos. Mediante esta hoja de análisis nuestro alumnado en formación, en las estancias del Practicum del último curso del Grado de Educación Infantil, ha podido analizar si los patios naturalizados que con cada vez más frecuencia podemos encontrar en el territorio de Gipuzkoa son una herramienta útil para trabajar la ciencia.

En este trabajo se han presentado los resultados de un estudio de caso de una escuela, un análisis que puede ser representativo de otros muchos centros que cuentan con este tipo de patios naturalizados. Del análisis realizado en esa escuela se puede concluir que a pesar de la abundancia de materiales y elementos naturales con los que cuenta el patio, no se abordan de forma activa ni intencionada conceptos científicos ni se fomentan procesos de indagación por parte de los docentes. Por tanto, podríamos decir que a pesar del esfuerzo realizado para la transformación del patio la falta de intención de las maestras para trabajar más la ciencia hace que este patio este desaprovechado, al menos desde el punto de vista de trabajar la competencia científica. Y es que la exploración libre de los niños, aún en entornos tan estimulantes como el medio natural donde los niños están en contacto sensorial y manipulativo con elementos como el agua o el barro o seres vivos, no es suficiente y no garantiza un aprendizaje científico significativo más allá de conceptos muy básicos.

Por tanto, una maestra que reconozca la legitimidad educativa de los espacios al aire libre como espacio educativo para el aprendizaje de las ciencias, identifique los conceptos científicos que pueden surgir de manera espontánea y sepa también activar y escalonar la generación de conocimiento de los niños a través de los procesos científicos adecuados y sepa conectarlo con lo que se hace en clase, puede ser tanto o más importante que la presencia o calidad de elementos que podamos encontrar en esos espacios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostini, F., Minelli, M. y Mandolesi, R. (2018). Outdoor Education in Italian Kindergartens: How Teachers Perceive Child Developmental Trajectories. Frontiers in Psychology, 9, 1911. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01911

Bonawitz, E.B., van Schijndel, T.J.P., Friel, D. y Schulz, L.E. (2012). Children Balance Theories and Evidence in Exploration, Explanation, and Learning. Cognitive Psychology 64(4), 215-234.

Brussoni, M., Ishikawa, T., Brunelle, S. y Herrington, S. (2017). Landscapes for play: Effects of an intervention to promote nature based risky play in early childhood centres. Journal of Environmental Psychology, 54, 139-150.

Cantó, J., de Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. Enseñanza de las Ciencias, 34 (3), 25-50.

Carr, V. y Luken, E. (2014). Playscapes: a pedagogical paradigm for play and learning. International Journal of Play, 3(1), 69-83.

ECERS-R, Early Childhood Environmental Rating Scale-Revised version (1998). New York: Teacher College Press.

Frost, J.L. (1992). Play and playscapes. New York: Delmar.

Gehris, J.S., Gooze, R.A. y Whitaker, R.C. (2015). Teachers' perceptions about children's movement and learning in early childhood education programmes. Child: Care, Health and Development, 41(1), 122-131.

Gibson, J.J. (1979). The ecological approach to visual perception. Boston (MS): Houghton-Mifflin.

Kemple, K.M., Oh, J., Kenney, E. y Smith-Bonahue, T. (2016). The Power of Outdoor Play and Play in Natural Environments. Childhood Education, 92(6), 446-454.

Kochanowski, L. y Carr, V. (2014). Nature Playscapes as Contexts for Fostering Self-Determination Children. Youth and Environments, 24(2), 146-167.

Kyttä, M. (2002). Affordances of children's environments in the context of cities, small towns, suburbs and rural villages in Finland and Belarus. Journal of Environmental Psychology, 22 (1-2), 109-123.

Marteens, M.L. (1999). Productive questions: tools for supporting constructivist learning. Science and Children, 53, 24-27.

Martin, D.J. (2001). Constructing Early Childhood Science. New York: Delmar.

McAnally, H.M., Robertson, L.A. y Hancox, R.J. (2018). Effects of an outdoor education programme on creative thinking and well-being in adolescent boys. New Zealand Journal of Educational Studies, 53(5), 1-15. DOI: 10.1007/s40841-018-0111-x

Pedreira, M. (2018). Espacios de ciencia. Manresa: Fundació Universitària del Bages.

Ríos, J.M. y Brewer, J. (2014). Outdoor Education and Science Achievement. Applied Environmental Education & Communication, 13(4), 234-240.

Tu, T. (2006). Preschool science environment: what is available in a preschool classroom? Early Childhood Education Journal, 33(4), 245-251.

Waite, S. (2010). Losing our way? The downward path for outdoor learning for children aged 2–11 years. Journal of Adventure Education & Outdoor Learning, 10(2), 111-126. DOI: 10.1080/14729679.2010.531087

Wight, R.A., Kloos, H., Maltbie, C.V. y Carr, V.W. (2015). Can playscapes promote early childhood inquiry towards environmentally responsible behaviors? An exploratory study. Environmental Education Research. DOI: 10.1080/13504622.2015.1015495

Worth, K. y Grollman, S. (2003). Worms, shadows, and whirlpools: Science in the early childhood classroom. Portsmouth (NH): Heinemann.

S19 Uso y abuso del término STEM en la educación científica

Radu Bogdan Toma; Antonio García-Carmona

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Burgos. rbtoma@ubu.es
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. garcía-carmona@us.es

RESUMEN

En los últimos tiempos, el término STEM (acrónimo inglés derivado de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ha cobrado un protagonismo especial en la educación científica y en la investigación relacionada con esta. En este trabajo revisamos, con sentido crítico, las distintas acepciones del término STEM en la bibliografía educativa, así como el uso publicitario y comercial que se está haciendo de este. Identificamos que son numerosas las iniciativas y materiales educativos que, sin presentar una novedad reseñable respecto a los ya existentes en didáctica de las ciencias, se rebautizan como STEM; posiblemente para resultar educativamente más atractivos, o innovadores, y conseguir financiación económica.

Palabras clave: STEM; educación científica; eslogan; material educativo; integración curricular.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el término STEM ha irrumpido fuertemente en el panorama de la didáctica de las ciencias, monopolizando gradualmente las acciones educativas enfocadas a la promoción de las vocaciones científicas. Las propuestas que se enmarcan bajo el prisma de STEM incluyen (English, 2016; Kelley y Knowles, 2016, Stohlmann, 2018): (*i*) esfuerzos para desarrollar políticas educativas que promuevan un mayor énfasis en cada una de las asignaturas y carreras a las que hace referencia este acrónimo (esto es, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), (*ii*) la mejora de los planes de estudio de estas disciplinas, y (*iii*) un llamamiento global para la renovación pedagógica mediante la adopción de enfoques integrados. Como consecuencia, son muchas -y

siguen en aumento- las iniciativas educativas, formales y no formales, que se autodenominan STEM (National Academy of Engineering [NAE], y National Research Council [NRC], 2014).

No obstante, aunque el movimiento STEM ha tomado un impulso considerable en el ámbito educativo, adolece de una conceptualización unívoca y operativa para su proyección en el aula (Breiner, Harkness, Johnson y Koehler, 2012). Asimismo, la investigación sobre la implementación de enfoques STEM sufre de un uso inconsistente del lenguaje, con numerosas y, a menudo, definiciones contradictorias sobre lo que constituye un enfoque STEM (NAE y NRC, 2014, p. 138). Consecuentemente, en este trabajo revisamos las distintas acepciones del término STEM en la bibliografía educativa, con especial interés en el uso que se está haciendo de este en la enseñanza de las ciencias.

Mismo acrónimo, distintas acepciones

En la bibliografía encontramos que el término STEM se suele emplear con tres acepciones distintas: (*i*) como un acrónimo para hacer referencia al conjunto de disciplinas científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas, (*ii*) como un enfoque pedagógico innovador, que pretende la enseñanza integrada de estas disciplinas mediante metodologías didácticas interdisciplinares, y (*iii*) como un eslogan político y comercial relacionado con tales áreas.

STEM como un acrónimo

STEM es un acrónimo que nace en la década de 1990, en el ámbito político-educativo de los Estados Unidos, con el propósito de otorgar mayor atención a las disciplinas que lo componen, consideradas vitales para la economía y productividad de este país (STEM Task Report, 2014). Por tanto, el término STEM se empleaba, desde una visión disciplinar tradicional, con el claro objetivo de desarrollar políticas educativas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para la retención de talento y la creación de una mano de obra especializada en estas áreas de conocimiento (Breiner et al., 2012).

STEM como enfoque pedagógico

Más recientemente, se han desarrollado nuevas conceptualizaciones del término STEM; entre ellas, la de asimilarlo con un enfoque pedagógico que persigue la integración curricular de las áreas de conocimiento que lo componen. Ello ha derivado en el denominado *STEM integrado* o *integrated* STEM (Lynn, Moore, Johnson y Roehrig, 2015), que puede definirse como "(…) la amalgama perfecta de contenido y conceptos de múltiples disciplinas STEM" (Nadelson y Seifert, 2017. Traducción propia).

STEM como eslogan político y comercial

La falta de conceptualizaciones claras y unívocas de STEM ha dado lugar también a la proliferación de su uso con fines puramente comerciales y políticos. Así, identificamos una nueva tendencia en la educación científica, y en el panorama de la investigación en didáctica de las ciencias, en general, que consiste en incorporar el acrónimo STEM en las distintas propuestas y trabajos académicos, sin aportar una definición operativa o sin justificar su mención. En efecto, son cada vez más las iniciativas y estudios que se autodenominan STEM, siendo numerosos los grupos de investigación e instituciones que promueven una reforma de la educación científica basada en STEM, pese a que estas propuestas no abordan las cuatro disciplinas ni, menos aún, una integración curricular adecuada de ellas. En lo que sigue, se recogen algunos ejemplos que evidencian el uso arbitrario y acrítico de este término.

Revistas STEM

En los últimos años, se han creado y fundado numerosas revistas que emplean el acrónimo STEM en sus títulos. Pero si se revisan los enfoques y alcances de tales revistas (véase la Tabla 1), así como los artículos que publican, se observa que los trabajos de investigación que proponen un enfoque de STEM integrado son muy minoritarios, predominando en su lugar los estudios disciplinares; es decir, aquellos en los que se aborda solo una de las disciplinas del acrónimo STEM, principalmente la ciencia.

El uso de STEM como un mero eslogan se hace aún más evidente al revisar algunas definiciones del término que proponen dichas revistas, aparentemente especializadas en este acrónimo. Así, a modo de ejemplo, la revista *European Journal of STEM Education* (EJSTEME) indica que "*La educación STEM consiste en preparar a los niños para el futuro (...) La educación STEM consiste principalmente en aprender a comprender el mundo material (...)*" (Traducción propia de la sección de enfoque y alcance de la revista). ¿Acaso esta no ha sido siempre una de las finalidades básicas del aprendizaje de las ciencias? Ello invita, sin duda, a reafirmarse en la posición de que STEM es usado aquí solo con un fin comercial o publicitario acorde con la moda actual.

Asimismo, dado que la gran mayoría de la investigación que se publica en estas revistas es de naturaleza monodisciplinar (i.e., sobre una sola de las disciplinas STEM), cabe reflexionar si son realmente necesarias las revistas autodenominadas STEM. En la actualidad, existe más de una docena de revistas indexadas en la *Web of Science*, dentro de la categoría *Education & Educational Research*, que están específicamente enfocadas a la didáctica de cada una de las disciplinas STEM por separado, con algunas de ellas fundadas hace más de cuatro décadas. Por tanto, la creación de revistas STEM es, en nuestra opinión, innecesaria y solo refleja que el término es empleado únicamente como un eslogan, con un halo de supuesta innovación, para la atracción de publicaciones científicas.

Tabla 1. Enfoques y alcances de algunas revistas especializadas en STEM

REVISTA	ENFOQUE Y ALCANCE
Journal of STEM Teacher Education	Revista que se ocupa de cómo comprender y apoyar los conocimientos y prácticas relacionados con STEM entre los profesores de Educación Técnica y Profesional (CTE), los educadores informales de STEM (p.ej.: museos, bibliotecas, espacios para fabricantes, etc.) y los profesores de las aulas formales hasta la universidad.
Journal of Research in STEM Education (J-STEM)	Revista multidisciplinaria que se centra en mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) (...) La revista sirve de plataforma para el intercambio de ideas entre los diferentes campos de la educación STEM (...). J-STEM publica artículos de investigación originales en todos los campos de la educación STEM.
European Journal of STEM Education (EJSTEME)	Revista académica internacional que publica investigaciones originales relacionadas con la educación STEM. El objetivo es contribuir a la comprensión académica de las prácticas y políticas de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la ingeniería (STEM), así como a la mejora de las prácticas educativas.
Journal for STEM Education Research (IJ-STEM)	Revista interdisciplinaria en la enseñanza de contenidos temáticos que se centra en la investigación en la enseñanza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), que promueve el desarrollo de la investigación en educación STEM como un campo distinto.
International Journal of STEM Education	Revista multidisciplinaria sobre la educación de contenidos temáticos que se centra en el estudio de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). Se está estableciendo como una revista totalmente nueva y con visión de futuro en el campo de la educación.

Artículos STEM

Por otro lado, son igualmente numerosas las publicaciones nacionales e internacionales que, pese a que se centran en una sola área curricular, o que no abordan de forma integrada las diferentes áreas que componen STEM, introducen el término -a nuestro modo de ver- de una manera gratuita o forzada en sus títulos. En la Figura 1 puede verse una evolución de tales menciones en los artículos durante los últimos años.

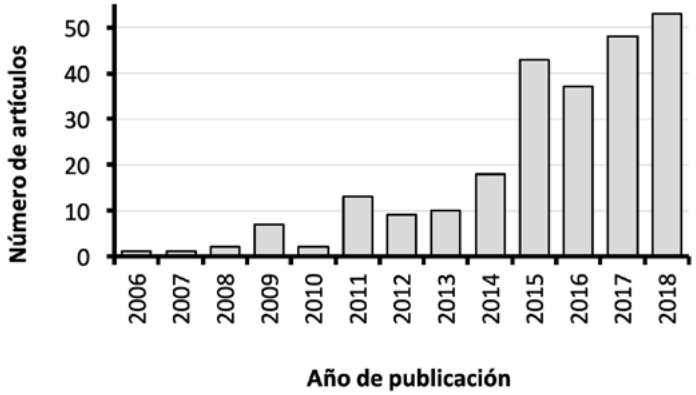


Figura 1. Artículos indexados en la *Web of Science* que utilizan el término "STEM" en sus títulos.

Por razones de espacio, no es viable recoger y analizar aquí todos los estudios que, aun siendo titulados como STEM, no abordan las cuatro disciplinas, ni de forma individual, ni menos todavía integrada. Así pues, solo referenciaremos algunos de ellos como ejemplo para sustentar nuestra crítica. Así, para Hernandez et al. (2014), STEM se asemeja a involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas de índole ingenieril; asimismo, proponen un "*(…) instrumento para medir las percepciones de los estudiantes acerca de la naturaleza interdependiente de los contenidos de las disciplinas STEM*" (p. 107. Traducción propia), en el que la tecnología queda completamente excluida, y en el que, además, solo un ítem del instrumento hace referencia explícita a la conexión entre las disciplinas.

De manera similar, Burrows, Breiner, Keiner y Behm (2014) proponen un proyecto STEM integrado, en el que la integración curricular se produce solamente entre disciplinas de la ciencia (la física, la biología, y la química). Aladé, Lauricella, Beaudoin-Ryan y Wartella (2016) realizan una cosa parecida al conceptualizar STEM como el aprendizaje de las matemáticas a través del uso de tabletas electrónicas, concluyendo que "*(…) las tecnologías digitales pueden, de hecho, contribuir al rendimiento académico de los niños en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.*" (p. 439. Traducción propia). De este modo, la supuesta intervención educativa STEM se ocupa únicamente del aprendizaje de las matemáticas, examinando cómo el uso de tabletas electrónicas es eficaz en el desarrollo de habilidades para realizar mediciones aproximadas de diferentes objetos.

Juguetes STEM

Por último, resaltamos la explotación comercial del término STEM por parte de empresas multinacionales. Son cada vez más los juguetes y materiales "educativos" que se comercializan bajo el acrónimo STEM (véanse las Figuras 2 y 3). Una inspección de estos productos pone de manifiesto que se trata de los mismos productos comercializados desde hace décadas, que son rebautizados y distribuidos ahora como novedosos con alusiones explícitas a STEM. Y ello, aun cuando no sugieren un aprendizaje de las cuatro disciplinas ni, por tanto, un enfoque integrador de estas. En consecuencia, puede decirse que la mención del acrónimo STEM se em-

plea como anzuelo para la comunidad educativa y las familias, tratando de que esos juguetes sean concebidos como materiales educativos innovadores o de candente actualidad, pese a que ya habían sido comercializados antes como juguetes de "ciencias".

Figura 2. Ejemplo de material comercializado bajo el acrónimo STEM, para niñas y niños de 8 años de edad o más.

Figura 3. Ejemplo de material comercializado bajo el acrónimo STEM, para niñas y niños de 5 años de edad o más.

CONCLUSIONES

A la vista de lo expuesto en esta breve revisión del término STEM en la bibliografía actual, concluimos que su uso, en la mayoría de los casos, se circunscribe a una moda educativa más que no está suficientemente fundamentada ni enfocada oportunamente. Resulta muy palpable que el término STEM se utiliza principalmente como (*i*) un eslogan para atraer la atención sobre las investigaciones que se autodenominan STEM, pese a que no abordan de forma integrada y adecuada las cuatro disciplinas que componen el acrónimo; y (*ii*) para la explotación comercial de materiales y juguetes promocionados como STEM, que ya existían como juguetes de "ciencias".

A la luz de ello, cabe reflexionar acerca de los aspectos negativos que pueden derivarse de la actual tendencia de denominar casi cualquier acción educativa en didáctica de las ciencias como STEM; especialmente en los casos en los que se aborda únicamente una disciplina de forma aislada y sin establecer conexiones explícitas y apropiadas con las restantes. También cabe alertar del uso arbitrario o indiscriminado del término STEM en

materiales educativos comercializados, sin que la integración multidisciplinar esté bien orientada ni explicada (con independencia de que tengan realmente la potencialidad para ello).

Esta moda, fruto de intereses políticos y comerciales, podría, a nuestro parecer, considerarse incluso como una práctica y tendencia éticamente cuestionable, pues los beneficios para la alfabetización científica de los estudiantes, o para revertir el creciente desinterés de estos por el estudio de estas disciplinas, son cuanto menos dudosos y discutibles. Consideramos que el uso arbitrario, escasamente justificado y, sobre todo, alejado de los resultados de la investigación didáctica al respecto (García-Carmona, 2020), no hace más que aportar ambigüedad a la comunidad educativa; y, lo que es peor, no contribuye a mejorar la educación científica y del resto de las áreas curriculares que se le pueden asociar. Por consiguiente, el cambio hacia la mejora educativa en las disciplinas STEM no se consigue simplemente acuñando este término, sino haciendo un ejercicio importante de fundamentación y, sobre todo, llevando a cabo investigaciones didácticas rigurosas acerca de su viabilidad y eficacia en el aula; algo de lo que, en estos momentos, se adolece.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aladé, F., Lauricella, A. R., Beaudoin-Ryan, L., y Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: Touchscreen technology and preschoolers' STEM learning. *Computers in Humar Behavior, 62*, 433-441. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.080

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., y Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3-11. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

Burrows, A. C., Breiner, J. M., Keiner, J., y Behm, C. (2014). Biodiesel and integrated STEM: Vertical alignment of high school Biology/Biochemistry and Chemistry. *Journal of Chemical Education, 91*(9), 1379-1389. https://doi.org/10.1021/ed500029t

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(3), 1-8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

García-Carmona, A. (2020). Investigación basada en pruebas como antídoto de modas didácticas en la enseñanza de las ciencias. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 15*(1), 5.7. https://doi.org/10.14483/23464712.15332

Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., y Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education, 24*, 107-120. https://doi.org/10.1007/s10798-013-9241-0

Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(11), 1–11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Lynn, A. B., Moore, T. J., Johnson, C. C., y Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. En C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, y T. J. Moore (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp. 23-37). Routledge: New York. https://doi.org/10.4324/9781315753157

Nadelson, L. S. y Seifert, A. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research, 110*(3), 221-223. http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775

National Academy of Engineering [NAE] y National Research Council [NRC]. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, Prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18612.

STEM Task Report (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. California: Californians dedicated to Education Foundation. Disponible en:

https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf (13/02/2020).

Stohlmann, M. (2018). A vision for future work to focus on the "M" in integrate STEM. *School Science and Mathematics*, *118*, 310-319. https://doi.org/10.1111/ssm.12301

S20 STEM integrado: significados, dificultades y perspectivas en el contexto educativo español

Antonio García-Carmona; Radu Bogdan Toma

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. garcía-carmona@us.es.
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Burgos. rbtoma@ubu.es

RESUMEN

Recientemente ha proliferado una corriente educativa que promueve la enseñanza integrada de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas; más conocido como *STEM integrado*, por sus siglas en inglés. En este trabajo, revisamos desde una perspectiva crítica las definiciones relativas a este enfoque educativo, y reflexionamos sobre su viabilidad en el sistema educativo español. Para ello, lo comparamos con otros enfoques de integración curricular longevos, como el *movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad* (CTS), la *integración Ciencias y Matemáticas* (C&M), y la *Ciencia integrada*. Asimismo, mostramos escepticismo sobre su viabilidad didáctica, dado que tiene un encaje difícil y complejo en el marco actual de la formación inicial del profesorado. Concluimos formulando algunas preguntas crítico-reflexivas que demandan respuestas para la implementación de este enfoque en el aula.

Palabras clave: STEM integrado; movimiento CTS; formación inicial de profesorado; integración curricular.

INTRODUCCIÓN

El movimiento *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) surgió en Estados Unidos, allá por la década de 1990, como estrategia política para promocionar el interés de los estudiantes por las disciplinas que conforman el acrónimo, entendiendo que así el país sería más competitivo. Ello se justificaba arguyendo

que los desafíos globales actuales presentan una naturaleza multidisciplinar; de manera que dichas materias *"(...) no pueden y no deben enseñarse de forma aislada, de la misma manera que estas no se dan de forma aislada en el mundo real o en los puestos de trabajo relacionados con tales materias"* (STEM Task Force Report, 2014, p. 7. Traducción propia).

Asumiendo dicho argumento, hoy día se está promoviendo con bastante insistencia una educación basada en un enfoque *STEM integrado*. Sin embargo, este llamamiento a la integración de las disciplinas STEM se topa, en nuestra opinión, con varias limitaciones y dificultades derivadas, entre otras causas, de la existencia de múltiples-acepciones sobre el significado del *enfoque STEM integrado* y cómo implementarlo en el aula (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, y Vílchez-González, 2019), así como de la falta de planes de formación docente factibles y apropiados para llevarlo a cabo. Por tanto, la finalidad de este trabajo es revisar las principales definiciones existentes en la bibliografía educativa sobre *STEM integrado*, analizando en qué medida suponen un avance teórico y pedagógico en didáctica de las ciencias, y si su implementación es realísticamente viable en el contexto educativo español, de acuerdo con el marco actual de la formación inicial de los docentes de Primaria y Secundaria.

STEM integrado: ¿es un enfoque educativo realmente novedoso?

En la actualidad, STEM no solo es un acrónimo para hacer referencias a las disciplinas o materias que se aglutinan en este, sino que también se considera un *enfoque didáctico innovador* encaminado a la integración curricular. Si bien, este enfoque no es unívoco y en la bibliografía educativa es posible encontrar diversas concepciones del mismo. En la tabla 1 se recogen algunas de ellas.

Tabla 1. Algunas definiciones de *STEM integrado* encontrados en la bibliografía

AUTOR/ES	DEFINICIÓN
Breiner, Harkness, Johnson y Koehler (2012)	"*Esta perspectiva de educación STEM implica ver las disciplinas separadas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas como una unidad, enseñando así las disciplinas integradas como una entidad cohesiva*" (p. 5).
Johnson (2013)	"(...) *un enfoque de instrucción, que integra la enseñanza de las ciencias y las disciplinas matemáticas a través de la infusión de las prácticas de la investigación científica, el diseño tecnológico y de ingeniería, el análisis matemático y los temas y habilidades interdisciplinarias del siglo XXI*" (p. 367).
Johnson, Peters-Burton y Moore (2016)	"(...) *un esfuerzo de los educadores para que los estudiantes participen en el diseño y el pensamiento de la ingeniería como un medio para desarrollar y/o explorar tecnologías de una manera que requiera un aprendizaje profundo y la aplicación de las matemáticas y/o la ciencia, así como la consideración de otras disciplinas (por ejemplo, ciencias sociales, inglés/lenguaje, artes)*" (p. 5).
Moore et al. (2014)	(...) *un esfuerzo por combinar algunas o todas las cuatro disciplinas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en una clase, unidad o lección que se basa en las conexiones entre las asignaturas y los problemas del mundo real*" (p. 38).
Sanders (2009)	"(...) *enfoques que exploran la enseñanza y el aprendizaje entre dos o más de las áreas temáticas STEM, y/o entre una materia STEM y una o más materias escolares*" (p. 21).

Si bien las definiciones revisadas sobre el enfoque *STEM integrado* difieren en cuanto a la cantidad de disciplinas que debieran integrarse, la mayoría de ellas aboga por la integración de estas mediante enfoques interdisciplinares, focalizados en analizar situaciones problemáticas reales. No obstante, dichas conceptualizaciones carecen, en realidad, de originalidad. En efecto, si el enfoque *STEM integrado* se debe traducir en la *integración curricular* de diferentes áreas o asignaturas escolares, hace ya más de medio siglo que este enfoque se empezó

a promover bajo denominaciones como "enfoques interdisciplinares" o "integración curricular" (Aikin, 1942). Asimismo, mientras que los planteamientos teóricos basados en *STEM integrado* son transversales y se sitúan en contextos de resolución de problemas del mundo real, en la práctica se suelen traducir en conexiones someras entre dos disciplinas; principalmente, entre ciencia y matemáticas (Du et al., 2018). Ello se asemeja, por tanto, al esfuerzo realizado en las décadas de 1970 y 1980, sin mucho éxito, para desarrollar enfoques pedagógicos que integraran la enseñanza/aprendizaje de las ciencias y las matemáticas (conocido como enfoque *Science & Mathematics integration*, o integración C&M). Como Czerniak, Weber y Ahern (1999) concluyen, la bibliografía sobre la efectividad de la integración de las ciencias y matemáticas es meramente anecdótica, y son muy pocos los resultados que puedan ser generalizables. Algo semejante puede decirse del fallido enfoque de *ciencia integrada*, que tuvo su mayor auge a finales de la década de 1970 (Guerra, 1984).

Similarmente resulta inevitable hacer algún tipo de comparación de las propuestas de *STEM integrado* con el movimiento educativo Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). En España, este último empezó a tener auge a principios de la década de 1990 (Acevedo-Díaz, 1994), y promovía un enfoque curricular integrado de las áreas de ciencia y tecnología, en conexión explícita con el contexto social, cultural y económico de cada momento histórico. Además, en el enfoque CTS la *ingeniería* está integrada en la *tecnología*. Pero, aun cuando se han hecho propuestas interesantes para implementar el enfoque CTS en el aula (*e.g.*, Martín Gordillo, 2017), apenas existe investigación empírica que provea pruebas concluyentes para determinar su eficacia didáctica, pues la mayoría desatienden la tecnología, o bien la integran de manera anecdótica (Maiztegui et al., 2002).

Todo lo anterior, junto con la falta de pruebas empíricas suficientes sobre la eficacia educativa de un STEM auténtico (García-Carmona, 2020), invitan a cuestionarse seriamente la viabilidad de integrar, de manera significativa, las diversas disciplinas STEM.

Formación del profesorado en *STEM integrado*

Un enfoque *STEM integrado* plantea desafíos significativos, tanto en el desarrollo profesional de los docentes como a la hora de su implementación en el aula. Así, a priori, en la etapa de Primaria puede resultar pertinente o loable, debido a que un mismo docente suele impartir una parte importante de las áreas curriculares a un mismo grupo-clase. Asimismo, se puede pensar que ello sería relativamente fácil de trasladar a la etapa de Educación Secundaria mediante la creación de grupos de trabajos interdisciplinares. Sin embargo, son numerosas las dudas que emergen sobre su viabilidad, teniendo en cuenta el marco actual de la formación inicial de los docentes de estas etapas educativas en España. Por un lado, los maestros de Primaria suelen tener un bagaje académico insuficiente en las disciplinas de STEM (en algunas de ellas, como la ingeniería, puede decirse que incluso inexistente). Por otro lado, si bien los docentes de Secundaria provienen de alguna rama científica, ingenieril o matemática, su formación pedagógica es, a menudo, escasa y rara vez contempla la integración curricular de diferentes áreas. En efecto, la formación inicial de este colectivo docente está parcelada en especialidades, que se circunscriben a una sola de las áreas que integran STEM; incluso dentro de la ciencias, existen las especialidades de Física y Química, y de Biología y Geología. Por consiguiente, el enfoque *STEM integrado* resulta difícil de encajar en la formación inicial de los docentes de ambas etapas educativas.

Además, los docentes parecen no sentirse adecuadamente preparados ni seguros adoptando un enfoque *STEM integrado* (Toma y Greca, 2018), debido, principalmente, a que carecen tanto de un conocimiento del contenido como didáctico de ese contenido para impulsarlo en el aula (Guzey, Tank, Wang, Roehrig y Moore, 2014). Ello no es de extrañar, habida cuenta que rara vez los futuros docentes de Primaria y Secundaria reciben formación sobre cómo diseñar e implementar un enfoque *STEM integrado*. De manera que es esperable que un profesorado especializado en ciencias o matemáticas tenga dificultades para elaborar diseños didácticos que incluyan objetivos de aprendizaje relacionados con la tecnología y la ingeniería, sin que ello resulte en un planteamiento puramente anecdótico. También cabe suponer que a este profesorado le será difícil com-

prender, o ser competente en, el dominio de los conocimientos pedagógicos propios de todas y cada una de las disciplinas STEM; y más aún, con vistas a establecer conexiones para su integración natural, significativa y didácticamente factible.

Unido a todo ello, cabe preguntarse también por los propios formadores de profesorado. ¿Están los didactas de las matemáticas o de las ciencias experimentales suficientemente preparados para que sus estudiantes, futuros docentes de matemáticas o de biología, integren en sus clases la ingeniería? Estas son dudas importantes, que emergen en torno al enfoque *STEM integrado*, y que alimentan un escenario de escepticismo; el cual sugiere, entre otras cosas, que tal enfoque, más que paliar las problemáticas existentes actualmente en la formación de profesorado en ciencias, las puede agravar considerablemente.

REFLEXIÓN FINAL

De acuerdo con todo lo tratado, nos mostramos bastante escépticos acerca de la viabilidad y, sobre todo, la eficacia de un enfoque *STEM integrado* en las clases de Primaria y Secundaria. Consideramos que, en el marco actual de la formación del profesorado de estas etapas educativas, no se dan las condiciones propicias para la implementación de tal enfoque didáctico, de manera apropiada y no superficial. Asimismo, los análisis sobre la eficacia de otros enfoques de integración curricular anteriores (incluso, la escasez de tales análisis), refuerzan estas dudas que tenemos. Pero, aparte de que STEM es, en realidad, un enfoque didáctico poco novedoso, y que su implementación adecuada y eficaz en las aulas está aún por probar, resulta preocupante la obstaculización que, a nuestro modo de ver, está produciendo en la formación para la enseñanza de las ciencias. Aún no hemos logrado resolver muchos de los problemas a los que se enfrenta la didáctica de las ciencias, y ahora se intenta complejizar todavía más; además, sin pruebas derivadas de una investigación rigurosa que lo justifiquen. Para nosotros, sigue siendo un reto importante y desafiante *enseñar a enseñar ciencias, que no es poco*.

Aun así, como cualquier movimiento educativo, el enfoque de *STEM integrado* merece ser tenido en cuenta, pero igualmente sometido a la consideración crítica de nuestra comunidad didáctica. En este sentido, entendemos que lo razonable sería que la promoción de este enfoque esté basada en pruebas sobre su viabilidad. Del mismo modo, se deberían examinar las fortalezas y debilidades de un enfoque *STEM integrado*, con vistas a establecer referentes orientativos para el profesorado que decida implementarlo. En síntesis, nos parece que la constitución sólida del enfoque *STEM integrado* requiere una reflexión profunda en torno a preguntas como, ¿qué implica realmente integrar distintas áreas curriculares y cómo se puede materializar en diseños didácticos? ¿Los estudiantes de educación primaria y secundaria poseen suficientes conocimientos y destrezas como para que esta integración sea significativa y no meramente anecdótica? ¿Los actuales maestros en activo poseen conocimientos disciplinares y pedagógicos suficientes y adecuados para llevar a cabo esa integración curricular? ¿Se aborda la integración curricular en los planes de formación de futuros docentes? ¿Cómo podemos formar al profesorado para un enfoque STEM? ¿Cuáles serían las pautas, las directrices, los marcos teóricos, las posibilidades y limitaciones de su implementación? Etc.

En definitiva, son muchos los aspectos que requieren ser analizados con rigor antes de abogar por una agenda educativa STEM que, pese a su gran promoción, cuenta con una operatividad didáctica limitada y un escaso apoyo empírico sobre su validez y eficacia educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J.A. (1994). Los futuros profesores de Enseñanza Secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias: Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *19*, 111-125.

Aikin, W. M. (1942). *The story of the Eight-Year study: With conclusions and recommendations*. New York: Harper & Brothers.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., y Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3–11. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandmann, A., y Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics, 99*(8), 421–430. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17504.x

Du, W., Liu, D., Johnson, C. C., Sondergeld, T. A., Bolshakova, V. L. J., y Moore, T. J. (2018). The impact of integrated STEM professional development on teacher quality. *School Science and Mathematics, 119*, 105-114. https://doi.org/10.1111/ssm.12318

García-Carmona, A. (2020). Investigación basada en pruebas como antídoto de modas didácticas en la enseñanza de las ciencias. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, 15*(1), 5-7.

Guerra, J. M. (1984). Ciencia integrada en España: Un análisis del curriculum. *Enseñanza de las Ciencias, 2*(3), 170-174.

Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H. H., Roehrig, G., y Moore, T. (2014). A high□quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics, 114*(3), 139–149. https://doi.org/10.1111/ssm.12061

Johnson, C. C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics, 113*(8), 367-368. https://doi.org/10.1111/ssm.12043

Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., y Moore, T. J. (2016). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York: Routledge.

Martín Gordillo, M. (2017). *El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología*. Asunción, Paraguay: CONACYT.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education, 103*(4), 799-822. https://doi.org/10.1002/sce.21522

Maiztegui, A. et al. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación, 28*, 129-155.

Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., y Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. En S. Purzer, J. Strobel, y M. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policity, and Practices* (pp. 35–60). West Lafayette: Purdue University Press.

National Academy of Engineering y National Research Council (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher, 68*(4), 20–26.

STEM Task Report (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. California: Californians dedicated to Education Foundation. Disponible en:

https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf (13/02/2020).

Toma, R. B., y Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(4), 1383-1395. https://doi.org/10.29333/ejmste/83676

S21 ¿Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura

David Aguilera Morales[1]; José Luis Lupiáñez Gómez[2]; Francisco Javier Perales Palacios[1]; José Miguel Vílchez González[1]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. [2] Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. davidaguilera@ugr.es.

RESUMEN

El movimiento educativo STEM está impactando de una forma evidente en el panorama internacional. No obstante, persisten serias dudas en cuanto a sus fundamentos, naturaleza e implementación que deben hacernos reflexionar ante el peligro de que acabe convirtiéndose en una innovación que pueda diluirse. Aquí pretendemos: (1) caracterizar aquellos modelos sobre educación STEM propuestos desde la investigación educativa; y (2) aportar un modelo de educación STEM válido y sustentado en aquellos elementos comunes de los marcos de referencia analizados.

Palabras clave: STEM; educación STEM; marco teórico; naturaleza de las disciplinas.

INTRODUCCIÓN

Desde que el acrónimo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) fue pronunciado por primera vez en 2001 por Judith A. Ramaley, refiriéndose a los currículum de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, ha ido adquiriendo importancia – a nivel político y educativo – y adoptando múltiples significados (Breiner et al., 2012). Estos autores distinguen tres conceptualizaciones de STEM que varían dependiendo del sector en el que nos encontremos: la educativa, la político-social y la personal. Esto ha provocado que algunos autores, como Bybee (2013), califiquen al término STEM como ambiguo.

Respecto a la conceptualización de STEM en el ámbito educativo, existen precedentes que han atendido a su plano académico y al profesional. En cuanto al primero, encontramos el estudio de Breiner et al. (2012), quienes realizaron una encuesta a sus colegas de facultad en la que les preguntaron "What is STEM?", y aquel desarrollado por Martín-Páez et al. (2019), quienes revisaron artículos que contenían experiencias educativas aparentemente implementadas desde un enfoque STEM con la intención de responder a la pregunta "What are we talking about when we talk about STEM education?". En ninguno de ellos se encontró un criterio unificado para definir STEM o educación STEM.

La multitud de definiciones de educación STEM adoptadas en el plano académico ha hecho extensiva la sensación de confusión al plano profesional. Así, los educadores han adquirido conceptualizaciones de educación STEM muy distintas entre sí (Dare et al., 2019), lo que parece inducir en el colectivo docente un estado de ansiedad e inseguridad y, en casos extremos, a rechazar la implementación en el aula de este enfoque educativo.

Llegados a este punto, hemos de diferenciar entre aquellos estudios que se han ocupado de clarificar qué es STEM o educación STEM (Akerson et al., 2018; Breiner et al., 2012; Martín-Páez et al., 2019) y aquellos que han contribuido a su desarrollo teórico-práctico a través de diferentes modelos didácticos. En este sentido, nuestra revisión de la literatura persigue dos objetivos:

1. Caracterizar aquellos modelos sobre educación STEM (o STEAM, ampliación que incorpora la "A" de Artes y Humanidades) propuestos desde la investigación educativa. Son varias las preguntas de investigación asociadas a este objetivo, y en esta comunicación nos centraremos en la primera: ¿Qué definición de educación STEM adoptan?

2. Aportar un modelo de educación STEM válido y sustentado en aquellos elementos comunes de los marcos de referencia analizados que permita unificar significados, al menos en el ámbito educativo.

Educación STEM y otros añadidos

Desde una perspectiva amplia, Hsu y Fang (2019) definen la educación STEM como un enfoque educativo en el que los contenidos de las disciplinas implicadas se podrían abordar: (1) como un conjunto de ideas aisladas (multidisciplinar); o (2) como ideas integradas en el proceso de resolución de problemas del mundo real (interdisciplinar y transdisciplinar). Definiciones tan abiertas podrían haber provocado la necesidad de añadir algunos calificativos a fin de concretar su significado, encontrando términos como "integrative STEM education" (Sanders, 2008) e "integrated STEM education" (Thibaut et al., 2018) que suponen, en nuestra opinión, una redundancia pues el acrónimo ya alude a la integración disciplinar.

Junto a la tendencia de agregar calificativos al término educación STEM convive una alternativa que consiste en añadirle nuevas disciplinas. En esta línea encontramos la educación STEAM (Yakman y Lee, 2012) y a la educación STREAMS (Krug y Shaw, 2016), sin descartar que se hayan acuñado o se estén pensando nuevos acrónimos.

Como ya advertimos, la educación STEAM incorpora la "A" a fin de visibilizar las disciplinas artísticas y humanísticas. Por su parte, en la educación STREAMS - con la "R" por Knowledge Integration y la "S" por Sustainability Education - (Krug y Shaw, 2016) se pretende orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la integración del conocimiento, la creatividad y la educación para la sostenibilidad. En nuestra opinión, si se aborda la educación STEM en toda su complejidad e integración, se da respuesta a la mayor parte de las demandas y fundamentos de disciplinas artísticas y humanísticas y, de hecho, pueden ser estas las generadoras de problemas y fenómenos, por lo que no consideramos del todo prioritario posicionarnos en una educación STEAM. En relación con STREAMS, la educación STEM ya alude en sus principios y preceptos a la integración de conocimiento y, además, el hecho de concebirla como un enfoque orientado a la resolución de problemas reales, implica abordar diferentes cuestiones sociales, culturales y medioambientales, entre ellas la Sostenibilidad.

Hemos de procurar, por tanto, alcanzar consenso en el significado de Educación STEM. De lo contrario se estarían generando "barreras de comunicación" (Dare et al., 2019) que solo contribuyen a dinamitar un enfoque educativo que intenta adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje a las características y necesidades sociales del siglo XXI. Es esencial, pues, adoptar una definición compartida entre las partes interesadas que necesitan trabajar juntas (Honey et al., 2014).

METODOLOGÍA

La revisión sistemática sigue las directrices de la Declaración PRISMA (Moher et al., 2009). La búsqueda se realizó la primera quincena de enero de 2020. Se consideraron las colecciones Social Sciences Citation Index, Arts & Humanities Citation Index y Emerging Sources Citation Index de la Web of Science (WOS), y las categorías Social Sciences y Arts and Humanities de Scopus. El periodo revisado fue 1990-2019, dado que el movimiento STEM se inició en la década de los 90 (Sanders, 2008), y las claves de búsqueda incluyeron las palabras y operadores booleanos: model OR models OR framework, unidas por el operador AND a las palabras clave STEM OR STEAM. Al tratarse de un estudio que, en última instancia, pretende formular un marco teórico fruto de la revisión de aquellos propuestos con anterioridad, se incluyó el término STEAM en la clave de búsqueda dadas las similitudes existentes entre educación STEM y educación STEAM.

Procedimiento de selección de artículos

Las fases de identificación y cribado fueron desarrolladas por el primer autor, mientras que las fases de elegibilidad e inclusión involucraron a todos los autores (Figura 1).

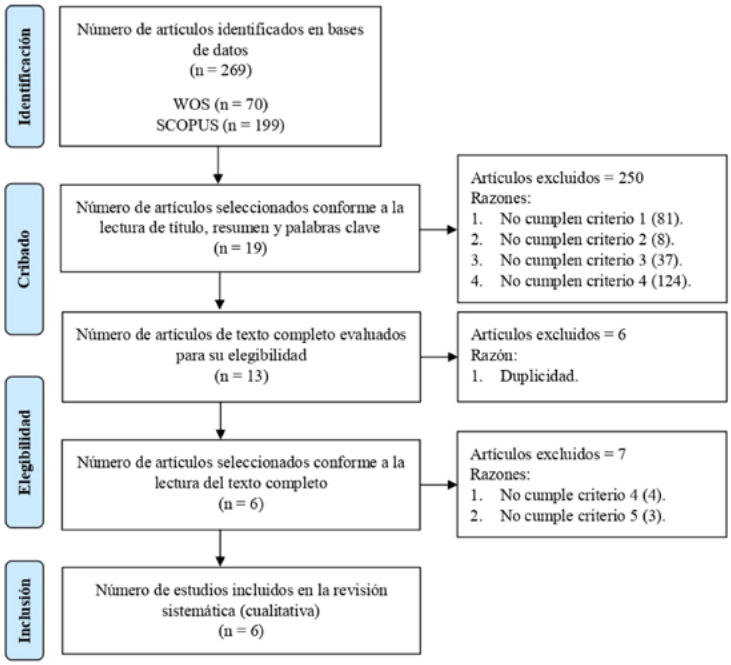


Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión sistemática

En primer lugar, cada autor revisó el texto completo de los 13 artículos obtenidos tras el cribado, de modo que aplicó los criterios de inclusión establecidos y decidió cuales deberían ser incluidos. Después, todos los

autores expusimos nuestros resultados, volvimos a revisar los textos completos de los artículos y, conjuntamente, se decidieron los artículos que serían incluidos definitivamente en la revisión. El proceso de selección de los trabajos fue guiado por los siguientes criterios de inclusión: (1) Únicamente se consideran artículos publicados en revistas científicas; (2) Las palabras clave model o framework y STEM o STEAM deben aparecer en el título del artículo; (3) Los artículos deben enmarcase en el ámbito educativo; (4) El trabajo debe desarrollar un modelo o marco teórico para la educación STEM o STEAM; (5) El modelo o marco teórico debe partir de alguna pregunta u objetivo de investigación dirigido especialmente a la conceptualización de la educación STEM o STEAM.

Procedimiento de extracción de datos

El análisis y la extracción de datos de los artículos incluidos en la revisión se realizaron de forma conjunta por todos los autores. Las definiciones de educación STEM se recogieron textualmente para analizarlas cualitativamente, codificando como "no especifica" aquellos casos en los que no se ofrecía una definición explícita.

Características de los artículos seleccionados

Las características principales de los artículos incluidos en la revisión sistemática se presentan en la Tabla 1. Los datos nos permiten extraer tres ideas iniciales:

1. En el desarrollo de un modelo para la educación STEM suelen participar un equipo de al menos dos investigadores, a excepción de Kim (2016).
2. El primer modelo seleccionado se publicó en 2010, casi veinte años después del inicio del movimiento STEM (Sanders, 2008).
3. El modelo propuesto por Kelley y Knowles (2016) destaca notoriamente por encima del resto en cuanto a impacto en la comunidad científico-educativa. No obstante, hemos de considerar que los modelos más recientes (Chu, Martin y Park, 2019; Tsai, Chung y Lou, 2018) podrían no haber contado con el tiempo necesario para evaluar su impacto.

Tabla 1. Datos preliminares de los artículos incluidos en la revisión.

AUTORES	AÑO	IMPACTO (Nº CITAS)		
		WOS	SCOPUS	Google Scholar
Chu, Martin and Park	2019	0	0	2
Tsai, Chung and Lou	2018	3	5	11
Quigley, Herro and Jamil	2017	4	-	26
Kelley and Knowles	2016	68	95	281
Kim	2016	2	4	10
Basham, Israel and Maynard	2010	12	18	84

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinco de los seis trabajos analizados definen el concepto "educación STEM" (o STEAM), a excepción de Kim (2016). El análisis de estas definiciones nos permite extraer un conjunto de palabras clave que podríamos con-

siderar consensuadas entre aquellos que teorizan sobre este concepto, dado que aparecen en tres o más de las cinco definiciones (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencias de términos clave para definir educación STEM

PALABRA CLAVE	TÉRMINOS ASOCIADOS	N	EJEMPLOS
Integrar	Integrative Integration Integrates Integrated	4	Basham et al, 2010; Chu et al., 2019; Kelley and Knowles, 2016; Tsai et al., 2018
Enfoque	Approach	3	Basham et al, 2010; Chu et al., 2019; Kelley and Knowles, 2016
Contextualizado	Authentic context Problem scenario Real situations	3	Kelley and Knowles, 2016; Quigley et al., 2017; Tsai et al., 2018
Problema	Problem solving Authentic problem Real-world problem	3	Basham et al, 2010; Quigley et al., 2017; Tsai et al., 2018

De acuerdo con los datos de la Tabla 2, los principales descriptores asociados a educación STEM son: integrar, enfoque, contextualizado y problema. Estos descriptores también aparecen en la definición de educación STEM proporcionada por Martín-Páez et al. (2019), Hsu y Fang (2019) y Sanders (2008). Además, Bybee (2013) ya destacó que este enfoque educativo contiene una evidente naturaleza interdisciplinar centrada en la resolución de problemas. Por tanto, partiendo de las definiciones analizadas y aquellas procedentes de otras fuentes bibliográficas, podríamos articular estos descriptores en una definición consensuada de educación STEM:

> La educación STEM es un **enfoque** educativo que **integra** conocimientos y/o habilidades de varias disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de **problemas** y **contextualizado** en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad.

A pesar de existir un amplio consenso en los descriptores básicos de la educación STEM, el número de disciplinas a incluir en una experiencia educativa guiada por este enfoque continúa siendo el principal punto de desacuerdo. En este sentido, Quigley et al. (2017) y Kelley y Knowles (2016) entienden que la educación STEM no tiene por qué incluir todas las disciplinas implicadas en el acrónimo. Esta postura también ha sido adoptada por Sanders (2008). Contrariamente, los modelos revisados de Chu et al. (2019), Tsai et al. (2018) y Basham et al. (2010) no concretan en sus definiciones el número de disciplinas que deberían ser integradas para enmarcar una experiencia educativa en el enfoque STEM. Finalmente, Kim (2016) representa su modelo de educación STEAM en una rueda, de forma que cada disciplina del acrónimo constituye uno de los radios.

Un marco teórico para educación STEM: Nuestra visión sobre su definición

El disenso asociado al número de disciplinas que debieran verse integradas podría estar contribuyendo a que cualquier experiencia educativa relacionada solo con las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería o las Matemáticas pueda etiquetarse como "STEM".

En aras de contribuir a la clarificación didáctica y pedagógica de la educación STEM, creemos que la concepción más sensata sería aquella que respeta la inclusión integrada de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas y asume que la implementación de la educación STEM, como en cualquier otro enfoque educativo, no es

universal ni generalizable, pues cuando decidimos implementar este enfoque hemos de prestar atención a: (1) los contenidos que se pretenden abordar en la experiencia educativa; (2) las características del alumnado; (3) (nuestro) conocimiento sobre los contenidos; (4) (nuestro) conocimiento didáctico sobre los mismos; y (5) los materiales y los recursos necesarios.

La tarea de diseñar una experiencia educativa bajo el enfoque STEM podría resultar más asequible si tenemos claro qué rol ha de ocupar cada disciplina. En este sentido, MacKinnon, Rawn, Cressey y He (2017) proponen concebir:

- La Ciencia como una "forma de conocimiento" que busca comprender el mundo que nos rodea.
- La Tecnología como una "forma de adaptación" que necesariamente considera los impactos sociales.
- La Ingeniería como una "forma de diseñar/crear dispositivos" para responder a problemas reales.
- Las Matemáticas como una "forma de expresar una comprensión/análisis del mundo y de los problemas a través de los números [formas y relaciones]".

La adopción de un rol concreto de cada disciplina en el enfoque STEM nos conduce hacia un dilema que ya se plantearon Akerson et al. (2018): ¿La educación STEM tiene una naturaleza propia, o toma las naturalezas de la Ciencia (NOS), la Tecnología (NOT), la Ingeniería (NOE) y las Matemáticas (NOM)? En su trabajo, tras revisar el estado de la cuestión sobre NOS, NOT, NOE y NOM, concluyeron que la educación STEM no tiene una naturaleza propia. A pesar de coincidir con ellos en esta idea, no hemos de olvidar que educación STEM no es una disciplina con un cuerpo de conocimiento propio –algo que Akerson et al. (2018) reconocen al término de su reflexión–, de modo que no podemos enseñar STEM sino que podemos contribuir a la enseñanza-aprendizaje de las disciplinas desde un enfoque STEM. Por ende, defendemos que sería más acertado describir qué visiones de Ciencia, de Tecnología, de Ingeniería y de Matemáticas debería transmitir la educación STEM, que en nuestra opinión son las que siguen.

Naturaleza de la Ciencia (NOS)

El enfoque educativo STEM debería abordar las ideas de consenso sobre NOS de Eflin, Glennan y Reisch (1999), así como las orientaciones de McComas, Clough y Almazroa (1998) para trabajarla en las aulas, haciendo hincapié en que el alumno comprenda que hacer Ciencia es un proceso creativo (la creatividad es una habilidad relevante en el ámbito científico) y mostrando la estrecha relación de la ciencia con la ética, las tradiciones culturales y la Historia (características de la Ciencia que refuerzan la idea de que la "A" de STEAM es inherente al resto de disciplinas del acrónimo).

Naturaleza de la Tecnología (NOT)

La educación STEM debe mostrar que: (1) la Tecnología no es la mera aplicación de conocimientos científicos; (2) está orientada a lograr el funcionamiento correcto y de modo continuado de instrumentos y sistemas; (3) la construcción del conocimiento científico ha sido y continúa siendo deudora de la Tecnología; y (4) la Ciencia moderna ha contribuido un notable desarrollo tecnológico (Ferreira-Gauchía, Vilches y Gil-Pérez, 2012).

Naturaleza de la Ingeniería (NOE)

El enfoque educativo STEM podría contribuir a mejorar la comprensión del alumnado de la NOE, especialmente en lo relativo a las siguientes cuestiones: (1) El diseño es una característica definitoria de la Ingeniería; (2) Los ingenieros concretan las necesidades en un proceso de diseño cuyo final es la creación de un nuevo

elemento tecnológico práctico y funcional; (3) Los ingenieros aplican las restricciones oportunas al proceso de diseño y describen las especificaciones de sus creaciones; y (4) La Ingeniería se sirve de conocimientos procedentes de las diferentes Ciencias y de las Matemáticas, aunque su finalidad difiere de estas, pues está orientada a la producción. Asimismo, la Tecnología es una disciplina más amplia e integral que la Ingeniería, alzando sus miras más allá del proceso de diseño de un elemento tecnológico, de modo que considera y analiza su impacto en la sociedad y en el medio natural (Florman, 1994).

Naturaleza de la Matemática (NOE)

En el contexto de la educación STEM, el significado de la Matemática que cobra más protagonismo es el de construcción social. Según este, las matemáticas suministran un modo de expresión y representación, un conjunto de nociones y destrezas que permiten interpretar el entorno, aportan estrategias para inventar y resolver problemas y promueven un pensamiento lógico y crítico. Es coherente con una visión funcional de las matemáticas escolares, en la que la modelización es uno de los mayores aportes a las tareas que se enmarcan en una educación STEM (Maass, Geiger, Romero & Goos, 2019).

REFLEXIÓN FINAL

El diseño de tareas desde el enfoque de la educación STEM conlleva otorgar un rol determinado a cada una de las disciplinas implicadas, para lo que es necesario considerar las particularidades de la Ciencia, de la Tecnología, de la Ingeniería y de las Matemáticas. Dado que nos referimos a un enfoque educativo, a ello habría que añadir las particularidades de la Educación, las de la Psicología y, también, las referidas a la Sociedad.

Esta composición podría considerarse un sistema (Bunge, 1987), dado que: (1) todos los componentes están ligados entre sí; (2) cualquier cambio en uno de ellos afectaría a los demás y, por tanto, al sistema; y (3) del sistema emergen propiedades distintas a las de sus componentes. En este sentido, atisbando la complejidad de la educación STEM, Erduran (2019) ya sugirió que concebirla desde un enfoque sistémico podría ayudar a clarificar sus aspectos teórico-prácticos. Ese es nuestro próximo objetivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Granada por la concesión de un contrato-puente a David Aguilera y al proyecto PROFES-TEM (ref.: PGC2018-095765-B-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akerson, V.L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T.A., y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, *29*(1), 1-8. https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063

Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, *25*(3), 9-19.

Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., y Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, *112*(1), 3-11. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

Bunge, M. (1987). *Ciencia y desarrollo*. Buenos Aires: Siglo XX.

Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.

Chu, H.E., Martin, S.N., & Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(7), 1251-1266. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y

Dare, E.A., Ring, E.A., y Roehrig, G.H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, *41*(12), 1701-1720. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1638531

Eflin, J.T., Glennan, S., y Reisch, R. (1999). The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(1), 107-116. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199901)36:1<107::AID-TEA7>3.0.CO;2-3

Erduran, S. (2019). Understanding STEM for STEM Education: Toward a Systems Approach. In Y.S. Hsu and Y.F. Yeh (Eds.), *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* (pp. 205-213). Singapore: Springer.

Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A., & Gil-Pérez, D. (2012). Teachers' conceptions about the Nature of Technology and the Science-Technology-Society-Environment relationships. *Enseñanza de las Ciencias*, *30*(2), 197-218. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n2.557

Florman, S.C. (1994). *The Existential Pleasures of Engineering*. New York, NY: St. Martin's Press.

Honey, M., Pearson, G., y Schweingruber, H. (Eds.) (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.

Hsu, Y.S., y Fang, S.C. (2019). Opportunities and Challenges of STEM Education. In Y.S. Hsu and Y.F. Yeh (Eds.), *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* **(pp. 1-16). Singapore: Springer.**

Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*(1), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Kim, P.W. (2016). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *12*(9), 2353-2371. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1263a

Krug, D., y Shaw, A. (2016). Reconceptualizing ST®E(A)M(S) education for teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *16*(2), 183-200. http://dx.doi.org/10.1080/14926156.2016.1166295

MacKinnon, G.R., Kate, G., Rawn, E., Cressey, J., y He, W. (2017). Employing STEM Curriculum in an ESL Classroom: A Chinese Case Study. *K-12 STEM Education*, *3*(1), 143-155.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F.J., y Vílchez-González, J.M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literatura. *Science Education*, *103*(4), 799-822. https://doi.org/10.1002/sce.21522

Maass, K., Geiger, V., Romero-Ariza, M., & Goos M. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM Mathematics Education*, *51*(6), 869–884. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5

McComas W.F., Clough M.P., y Almazroa H. (1998). *The Role and Character of the Nature of Science in Science Education*. In W.F. McComas (Ed.), *The Nature Of Science In Science Education. Rationales and Strategies* (pp. 3-39). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., y PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, *151*(4), 264-269. https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135

Quigley, C.F., Herro, D., & Jamil, F.M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practic-

es. *School Science and Mathematics*, *117*(1-2), 1-12. https://doi.org/10.1111/ssm.12201

Sanders, M.E. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, *68*(4), 20-26.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., y Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Jourrnal of STEM Education*, *3*(1), 1-12. https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525

Tsai, H.Y., Chung, C.C., & Lou, S.J. (2017). Construction and development of istem learning model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 15-32. https://doi.org/10.12973/ejmste/78019

Yakman, G., y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, *32*(6), 1072-1086.

S22 ¿Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura

David Aguilera Morales[1]; José Luis Lupiáñez Gómez[2]; Francisco Javier Perales Palacios[1]; José Miguel Vílchez González[1]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. [2] Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. davidaguilera@ugr.es.

RESUMEN

El movimiento educativo STEM está impactando de una forma evidente en el panorama internacional. No obstante, persisten serias dudas en cuanto a sus fundamentos, naturaleza e implementación que deben hacernos reflexionar ante el peligro de que acabe convirtiéndose en una innovación que pueda diluirse. Aquí pretendemos: (1) caracterizar aquellos modelos sobre educación STEM propuestos desde la investigación educativa; y (2) aportar un modelo de educación STEM válido y sustentado en aquellos elementos comunes de los marcos de referencia analizados.

Palabras clave: STEM; educación STEM; marco teórico; naturaleza de las disciplinas.

INTRODUCCIÓN

Desde que el acrónimo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) fue pronunciado por primera vez en 2001 por Judith A. Ramaley, refiriéndose a los currículum de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, ha ido adquiriendo importancia – a nivel político y educativo – y adoptando múltiples significados (Breiner et al., 2012). Estos autores distinguen tres conceptualizaciones de STEM que varían dependiendo del sector en el que nos encontremos: la educativa, la político-social y la personal. Esto ha provocado que algunos autores, como Bybee (2013), califiquen al término STEM como ambiguo.

Respecto a la conceptualización de STEM en el ámbito educativo, existen precedentes que han atendido a su plano académico y al profesional. En cuanto al primero, encontramos el estudio de Breiner et al. (2012), quienes realizaron una encuesta a sus colegas de facultad en la que les preguntaron "What is STEM?", y aquel desarrollado por Martín-Páez et al. (2019), quienes revisaron artículos que contenían experiencias educativas aparentemente implementadas desde un enfoque STEM con la intención de responder a la pregunta "What are we talking about when we talk about STEM education?". En ninguno de ellos se encontró un criterio unificado para definir STEM o educación STEM.

La multitud de definiciones de educación STEM adoptadas en el plano académico ha hecho extensiva la sensación de confusión al plano profesional. Así, los educadores han adquirido conceptualizaciones de educación STEM muy distintas entre sí (Dare et al., 2019), lo que parece inducir en el colectivo docente un estado de ansiedad e inseguridad y, en casos extremos, a rechazar la implementación en el aula de este enfoque educativo.

Llegados a este punto, hemos de diferenciar entre aquellos estudios que se han ocupado de clarificar qué es STEM o educación STEM (Akerson et al., 2018; Breiner et al., 2012; Martín-Páez et al., 2019) y aquellos que han contribuido a su desarrollo teórico-práctico a través de diferentes modelos didácticos. En este sentido, nuestra revisión de la literatura persigue dos objetivos:

1. Caracterizar aquellos modelos sobre educación STEM (o STEAM, ampliación que incorpora la "A" de Artes y Humanidades) propuestos desde la investigación educativa. Son varias las preguntas de investigación asociadas a este objetivo, y en esta comunicación nos centraremos en la primera: ¿Qué definición de educación STEM adoptan?

2. Aportar un modelo de educación STEM válido y sustentado en aquellos elementos comunes de los marcos de referencia analizados que permita unificar significados, al menos en el ámbito educativo.

Educación STEM y otros añadidos

Desde una perspectiva amplia, Hsu y Fang (2019) definen la educación STEM como un enfoque educativo en el que los contenidos de las disciplinas implicadas se podrían abordar: (1) como un conjunto de ideas aisladas (multidisciplinar); o (2) como ideas integradas en el proceso de resolución de problemas del mundo real (interdisciplinar y transdisciplinar). Definiciones tan abiertas podrían haber provocado la necesidad de añadir algunos calificativos a fin de concretar su significado, encontrando términos como "integrative STEM education" (Sanders, 2008) e "integrated STEM education" (Thibaut et al., 2018) que suponen, en nuestra opinión, una redundancia pues el acrónimo ya alude a la integración disciplinar.

Junto a la tendencia de agregar calificativos al término educación STEM convive una alternativa que consiste en añadirle nuevas disciplinas. En esta línea encontramos la educación STEAM (Yakman y Lee, 2012) y a la educación STREAMS (Krug y Shaw, 2016), sin descartar que se hayan acuñado o se estén pensando nuevos acrónimos.

Como ya advertimos, la educación STEAM incorpora la "A" a fin de visibilizar las disciplinas artísticas y humanísticas. Por su parte, en la educación STREAMS - con la "R" por Knowledge Integration y la "S" por Sustainability Education - (Krug y Shaw, 2016) se pretende orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la integración del conocimiento, la creatividad y la educación para la sostenibilidad. En nuestra opinión, si se aborda la educación STEM en toda su complejidad e integración, se da respuesta a la mayor parte de las demandas y fundamentos de disciplinas artísticas y humanísticas y, de hecho, pueden ser estas las generadoras de problemas y fenómenos, por lo que no consideramos del todo prioritario posicionarnos en una educación STEAM. En relación con STREAMS, la educación STEM ya alude en sus principios y preceptos a la integración de conocimiento y, además, el hecho de concebirla como un enfoque orientado a la resolución de problemas reales, implica abordar diferentes cuestiones sociales, culturales y medioambientales, entre ellas la Sostenibilidad.

Hemos de procurar, por tanto, alcanzar consenso en el significado de Educación STEM. De lo contrario se estarían generando "barreras de comunicación" (Dare et al., 2019) que solo contribuyen a dinamitar un enfoque educativo que intenta adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje a las características y necesidades sociales del siglo XXI. Es esencial, pues, adoptar una definición compartida entre las partes interesadas que necesitan trabajar juntas (Honey et al., 2014).

METODOLOGÍA

La revisión sistemática sigue las directrices de la Declaración PRISMA (Moher et al., 2009). La búsqueda se realizó la primera quincena de enero de 2020. Se consideraron las colecciones Social Sciences Citation Index, Arts & Humanities Citation Index y Emerging Sources Citation Index de la Web of Science (WOS), y las categorías Social Sciences y Arts and Humanities de Scopus. El periodo revisado fue 1990-2019, dado que el movimiento STEM se inició en la década de los 90 (Sanders, 2008), y las claves de búsqueda incluyeron las palabras y operadores booleanos: model OR models OR framework, unidas por el operador AND a las palabras clave STEM OR STEAM. Al tratarse de un estudio que, en última instancia, pretende formular un marco teórico fruto de la revisión de aquellos propuestos con anterioridad, se incluyó el término STEAM en la clave de búsqueda dadas las similitudes existentes entre educación STEM y educación STEAM.

Procedimiento de selección de artículos

Las fases de identificación y cribado fueron desarrolladas por el primer autor, mientras que las fases de elegibilidad e inclusión involucraron a todos los autores (Figura 1).

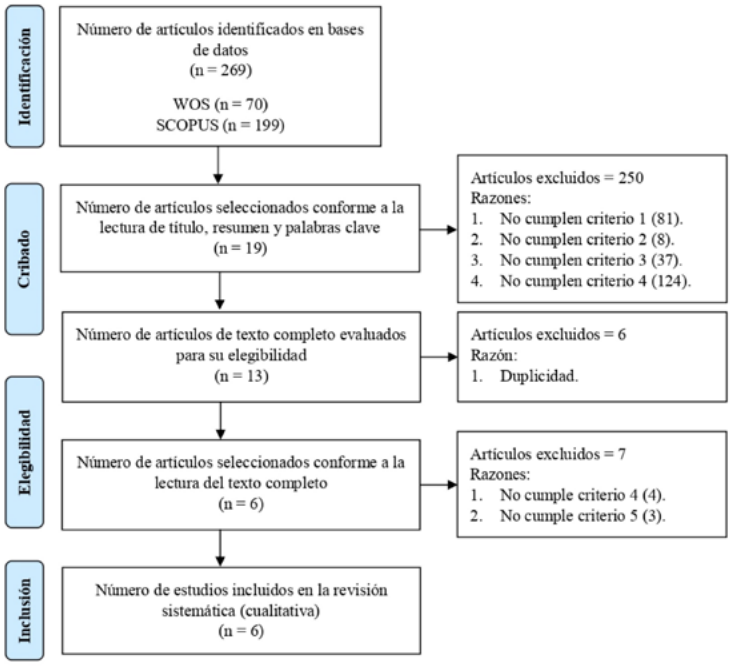


Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión sistemática

En primer lugar, cada autor revisó el texto completo de los 13 artículos obtenidos tras el cribado, de modo que aplicó los criterios de inclusión establecidos y decidió cuales deberían ser incluidos. Después, todos los

autores expusimos nuestros resultados, volvimos a revisar los textos completos de los artículos y, conjuntamente, se decidieron los artículos que serían incluidos definitivamente en la revisión. El proceso de selección de los trabajos fue guiado por los siguientes criterios de inclusión: (1) Únicamente se consideran artículos publicados en revistas científicas; (2) Las palabras clave model o framework y STEM o STEAM deben aparecer en el título del artículo; (3) Los artículos deben enmarcase en el ámbito educativo; (4) El trabajo debe desarrollar un modelo o marco teórico para la educación STEM o STEAM; (5) El modelo o marco teórico debe partir de alguna pregunta u objetivo de investigación dirigido especialmente a la conceptualización de la educación STEM o STEAM.

Procedimiento de extracción de datos

El análisis y la extracción de datos de los artículos incluidos en la revisión se realizaron de forma conjunta por todos los autores. Las definiciones de educación STEM se recogieron textualmente para analizarlas cualitativamente, codificando como "no especifica" aquellos casos en los que no se ofrecía una definición explícita.

Características de los artículos seleccionados

Las características principales de los artículos incluidos en la revisión sistemática se presentan en la Tabla 1. Los datos nos permiten extraer tres ideas iniciales:

1. En el desarrollo de un modelo para la educación STEM suelen participar un equipo de al menos dos investigadores, a excepción de Kim (2016).
2. El primer modelo seleccionado se publicó en 2010, casi veinte años después del inicio del movimiento STEM (Sanders, 2008).
3. El modelo propuesto por Kelley y Knowles (2016) destaca notoriamente por encima del resto en cuanto a impacto en la comunidad científico-educativa. No obstante, hemos de considerar que los modelos más recientes (Chu, Martin y Park, 2019; Tsai, Chung y Lou, 2018) podrían no haber contado con el tiempo necesario para evaluar su impacto.

Tabla 1. Datos preliminares de los artículos incluidos en la revisión.

AUTORES	AÑO	IMPACTO (Nº CITAS)		
		WOS	SCOPUS	Google Scholar
Chu, Martin and Park	2019	0	0	2
Tsai, Chung and Lou	2018	3	5	11
Quigley, Herro and Jamil	2017	4	-	26
Kelley and Knowles	2016	68	95	281
Kim	2016	2	4	10
Basham, Israel and Maynard	2010	12	18	84

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinco de los seis trabajos analizados definen el concepto "educación STEM" (o STEAM), a excepción de Kim (2016). El análisis de estas definiciones nos permite extraer un conjunto de palabras clave que podríamos con-

siderar consensuadas entre aquellos que teorizan sobre este concepto, dado que aparecen en tres o más de las cinco definiciones (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencias de términos clave para definir educación STEM

PALABRA CLAVE	TÉRMINOS ASOCIADOS	N	EJEMPLOS
Integrar	Integrative Integration Integrates Integrated	4	Basham et al, 2010; Chu et al., 2019; Kelley and Knowles, 2016; Tsai et al., 2018
Enfoque	Approach	3	Basham et al, 2010; Chu et al., 2019; Kelley and Knowles, 2016
Contextualizado	Authentic context Problem scenario Real situations	3	Kelley and Knowles, 2016; Quigley et al., 2017; Tsai et al., 2018
Problema	Problem solving Authentic problem Real-world problem	3	Basham et al, 2010; Quigley et al., 2017; Tsai et al., 2018

De acuerdo con los datos de la Tabla 2, los principales descriptores asociados a educación STEM son: integrar, enfoque, contextualizado y problema. Estos descriptores también aparecen en la definición de educación STEM proporcionada por Martín-Páez et al. (2019), Hsu y Fang (2019) y Sanders (2008). Además, Bybee (2013) ya destacó que este enfoque educativo contiene una evidente naturaleza interdisciplinar centrada en la resolución de problemas. Por tanto, partiendo de las definiciones analizadas y aquellas procedentes de otras fuentes bibliográficas, podríamos articular estos descriptores en una definición consensuada de educación STEM:

> La educación STEM es un **enfoque** educativo que **integra** conocimientos y/o habilidades de varias disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de **problemas** y **contextualizado** en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad.

A pesar de existir un amplio consenso en los descriptores básicos de la educación STEM, el número de disciplinas a incluir en una experiencia educativa guiada por este enfoque continúa siendo el principal punto de desacuerdo. En este sentido, Quigley et al. (2017) y Kelley y Knowles (2016) entienden que la educación STEM no tiene por qué incluir todas las disciplinas implicadas en el acrónimo. Esta postura también ha sido adoptada por Sanders (2008). Contrariamente, los modelos revisados de Chu et al. (2019), Tsai et al. (2018) y Basham et al. (2010) no concretan en sus definiciones el número de disciplinas que deberían ser integradas para enmarcar una experiencia educativa en el enfoque STEM. Finalmente, Kim (2016) representa su modelo de educación STEAM en una rueda, de forma que cada disciplina del acrónimo constituye uno de los radios.

Un marco teórico para educación STEM: Nuestra visión sobre su definición

El disenso asociado al número de disciplinas que debieran verse integradas podría estar contribuyendo a que cualquier experiencia educativa relacionada solo con las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería o las Matemáticas pueda etiquetarse como "STEM".

En aras de contribuir a la clarificación didáctica y pedagógica de la educación STEM, creemos que la concepción más sensata sería aquella que respeta la inclusión integrada de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas y asume que la implementación de la educación STEM, como en cualquier otro enfoque educativo, no es

universal ni generalizable, pues cuando decidimos implementar este enfoque hemos de prestar atención a: (1) los contenidos que se pretenden abordar en la experiencia educativa; (2) las características del alumnado; (3) (nuestro) conocimiento sobre los contenidos; (4) (nuestro) conocimiento didáctico sobre los mismos; y (5) los materiales y los recursos necesarios.

La tarea de diseñar una experiencia educativa bajo el enfoque STEM podría resultar más asequible si tenemos claro qué rol ha de ocupar cada disciplina. En este sentido, MacKinnon, Rawn, Cressey y He (2017) proponen concebir:

- La Ciencia como una "forma de conocimiento" que busca comprender el mundo que nos rodea.
- La Tecnología como una "forma de adaptación" que necesariamente considera los impactos sociales.
- La Ingeniería como una "forma de diseñar/crear dispositivos" para responder a problemas reales.
- Las Matemáticas como una "forma de expresar una comprensión/análisis del mundo y de los problemas a través de los números [formas y relaciones]".

La adopción de un rol concreto de cada disciplina en el enfoque STEM nos conduce hacia un dilema que ya se plantearon Akerson et al. (2018): ¿La educación STEM tiene una naturaleza propia, o toma las naturalezas de la Ciencia (NOS), la Tecnología (NOT), la Ingeniería (NOE) y las Matemáticas (NOM)? En su trabajo, tras revisar el estado de la cuestión sobre NOS, NOT, NOE y NOM, concluyeron que la educación STEM no tiene una naturaleza propia. A pesar de coincidir con ellos en esta idea, no hemos de olvidar que educación STEM no es una disciplina con un cuerpo de conocimiento propio –algo que Akerson et al. (2018) reconocen al término de su reflexión–, de modo que no podemos enseñar STEM sino que podemos contribuir a la enseñanza-aprendizaje de las disciplinas desde un enfoque STEM. Por ende, defendemos que sería más acertado describir qué visiones de Ciencia, de Tecnología, de Ingeniería y de Matemáticas debería transmitir la educación STEM, que en nuestra opinión son las que siguen.

Naturaleza de la Ciencia (NOS)

El enfoque educativo STEM debería abordar las ideas de consenso sobre NOS de Eflin, Glennan y Reisch (1999), así como las orientaciones de McComas, Clough y Almazroa (1998) para trabajarla en las aulas, haciendo hincapié en que el alumno comprenda que hacer Ciencia es un proceso creativo (la creatividad es una habilidad relevante en el ámbito científico) y mostrando la estrecha relación de la ciencia con la ética, las tradiciones culturales y la Historia (características de la Ciencia que refuerzan la idea de que la "A" de STEAM es inherente al resto de disciplinas del acrónimo).

Naturaleza de la Tecnología (NOT)

La educación STEM debe mostrar que: (1) la Tecnología no es la mera aplicación de conocimientos científicos; (2) está orientada a lograr el funcionamiento correcto y de modo continuado de instrumentos y sistemas; (3) la construcción del conocimiento científico ha sido y continúa siendo deudora de la Tecnología; y (4) la Ciencia moderna ha contribuido un notable desarrollo tecnológico (Ferreira-Gauchía, Vilches y Gil-Pérez, 2012).

Naturaleza de la Ingeniería (NOE)

El enfoque educativo STEM podría contribuir a mejorar la comprensión del alumnado de la NOE, especialmente en lo relativo a las siguientes cuestiones: (1) El diseño es una característica definitoria de la Ingeniería; (2) Los ingenieros concretan las necesidades en un proceso de diseño cuyo final es la creación de un nuevo

elemento tecnológico práctico y funcional; (3) Los ingenieros aplican las restricciones oportunas al proceso de diseño y describen las especificaciones de sus creaciones; y (4) La Ingeniería se sirve de conocimientos procedentes de las diferentes Ciencias y de las Matemáticas, aunque su finalidad difiere de estas, pues está orientada a la producción. Asimismo, la Tecnología es una disciplina más amplia e integral que la Ingeniería, alzando sus miras más allá del proceso de diseño de un elemento tecnológico, de modo que considera y analiza su impacto en la sociedad y en el medio natural (Florman, 1994).

Naturaleza de la Matemática (NOE)

En el contexto de la educación STEM, el significado de la Matemática que cobra más protagonismo es el de construcción social. Según este, las matemáticas suministran un modo de expresión y representación, un conjunto de nociones y destrezas que permiten interpretar el entorno, aportan estrategias para inventar y resolver problemas y promueven un pensamiento lógico y crítico. Es coherente con una visión funcional de las matemáticas escolares, en la que la modelización es uno de los mayores aportes a las tareas que se enmarcan en una educación STEM (Maass, Geiger, Romero & Goos, 2019).

REFLEXIÓN FINAL

El diseño de tareas desde el enfoque de la educación STEM conlleva otorgar un rol determinado a cada una de las disciplinas implicadas, para lo que es necesario considerar las particularidades de la Ciencia, de la Tecnología, de la Ingeniería y de las Matemáticas. Dado que nos referimos a un enfoque educativo, a ello habría que añadir las particularidades de la Educación, las de la Psicología y, también, las referidas a la Sociedad.

Esta composición podría considerarse un sistema (Bunge, 1987), dado que: (1) todos los componentes están ligados entre sí; (2) cualquier cambio en uno de ellos afectaría a los demás y, por tanto, al sistema; y (3) del sistema emergen propiedades distintas a las de sus componentes. En este sentido, atisbando la complejidad de la educación STEM, Erduran (2019) ya sugirió que concebirla desde un enfoque sistémico podría ayudar a clarificar sus aspectos teórico-prácticos. Ese es nuestro próximo objetivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Granada por la concesión de un contrato-puente a David Aguilera y al proyecto PROFES-TEM (ref.: PGC2018-095765-B-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akerson, V.L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T.A., y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, *29*(1), 1-8. https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063

Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, *25*(3), 9-19.

Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., y Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, *112*(1), 3-11. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

Bunge, M. (1987). *Ciencia y desarrollo*. Buenos Aires: Siglo XX.

Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.

Chu, H.E., Martin, S.N., & Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(7), 1251-1266. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y

Dare, E.A., Ring, E.A., y Roehrig, G.H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, *41*(12), 1701-1720. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1638531

Eflin, J.T., Glennan, S., y Reisch, R. (1999). The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(1), 107-116. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199901)36:1<107::AID-TEA7>3.0.CO;2-3

Erduran, S. (2019). Understanding STEM for STEM Education: Toward a Systems Approach. In Y.S. Hsu and Y.F. Yeh (Eds.), *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* (pp. 205-213). Singapore: Springer.

Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A., & Gil-Pérez, D. (2012). Teachers' conceptions about the Nature of Technology and the Science-Technology-Society-Environment relationships. *Enseñanza de las Ciencias*, *30*(2), 197-218. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n2.557

Florman, S.C. (1994). *The Existential Pleasures of Engineering*. New York, NY: St. Martin's Press.

Honey, M., Pearson, G., y Schweingruber, H. (Eds.) (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.

Hsu, Y.S., y Fang, S.C. (2019). Opportunities and Challenges of STEM Education. In Y.S. Hsu and Y.F. Yeh (Eds.), *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* **(pp. 1-16). Singapore: Springer.**

Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*(1), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Kim, P.W. (2016). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *12*(9), 2353-2371. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1263a

Krug, D., y Shaw, A. (2016). Reconceptualizing ST®E(A)M(S) education for teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *16*(2), 183-200. http://dx.doi.org/10.1080/14926156.2016.1166295

MacKinnon, G.R., Kate, G., Rawn, E., Cressey, J., y He, W. (2017). Employing STEM Curriculum in an ESL Classroom: A Chinese Case Study. *K-12 STEM Education*, *3*(1), 143-155.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F.J., y Vílchez-González, J.M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literatura. *Science Education*, *103*(4), 799-822. https://doi.org/10.1002/sce.21522

Maass, K., Geiger, V., Romero-Ariza, M., & Goos M. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM Mathematics Education*, *51*(6), 869–884. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5

McComas W.F., Clough M.P., y Almazroa H. (1998). *The Role and Character of the Nature of Science in Science Education*. In W.F. McComas (Ed.), *The Nature Of Science In Science Education. Rationales and Strategies* (pp. 3-39). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., y PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, *151*(4), 264-269. https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135

Quigley, C.F., Herro, D., & Jamil, F.M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practic-

es. *School Science and Mathematics*, *117*(1-2), 1-12. https://doi.org/10.1111/ssm.12201

Sanders, M.E. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, *68*(4), 20-26.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., y Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Jourrnal of STEM Education*, *3*(1), 1-12. https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525

Tsai, H.Y., Chung, C.C., & Lou, S.J. (2017). Construction and development of istem learning model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 15-32. https://doi.org/10.12973/ejmste/78019

Yakman, G., y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, *32*(6), 1072-1086.

S23 Trabajando la visibilidad de mujeres científicas mediante talleres educativos: una propuesta para la formación del profesorado de Educación Infantil

Alicia Fernández-Oliveras[1], Carolina Martín-Gámez[2] y Naira Díaz-Moreno[3]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. [2]Departamento de Didáctica de la Matemática, las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. [3]Departamento de Didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Murcia. [1]alilia@ugr.es

RESUMEN

El futuro profesorado debe ser capaz de desarrollar enfoques más humanísticos de la ciencia, que den visibilidad a las aportaciones científicas de las mujeres. La realización de talleres educativos, tanto en contextos formales como informales, puede ser propicia para tal fin. Se muestran resultados preliminares de una propuesta formativa en la que futuros docentes de Educación Infantil diseñaron talleres partiendo de la contribución de una científica. Los talleres se implementaron con alumnado real, fuera de sus centros escolares y se grabaron en vídeo. Los vídeos se analizaron cualitativamente para estudiar la visibilidad de la científica. Se encontró que todos los talleres dieron visibilidad a la científica, aunque abordaron contenidos científicos sin introducir aspectos de género, revelando la necesidad de seguir desarrollando este tipo de propuestas en la formación del profesorado.

Palabras clave: talleres educativos, perspectiva de género, historia de la ciencia, formación del profesorado.

INTRODUCCIÓN

Los expertos subrayan los efectos económicos de la baja representación de las mujeres en las áreas STEM (science, technology, engineering and mathematics), aunque también cada vez más ponen de manifiesto el impacto de los efectos sociales. Desde el punto de vista económico, se señala que, para prosperar de manera sostenible, las economías de los países requieren no solo una población científicamente alfabetizada, sino también una fuerza laboral de profesionales de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esto subraya la importancia de involucrar a segmentos de la población subrepresentados en los campos STEM, como es el caso de las mujeres. Dado que las carreras relacionadas con STEM a menudo ofrecen mayores remuneraciones, esto abriría las puertas a un mayor equilibrio social desde el punto de vista económico (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin y Lissitsa, 2016). O dicho a la inversa, ignorar la subrepresentación de las mujeres en los campos STEM no solo tiene graves consecuencias económicas sino que perpetúa la desigualdad de género y la injusticia social.

Desde una óptica que atienda además de al progreso social, a la formación integral de las personas, es importante resaltar no solo lo que las áreas STEM pueden aportar al desarrollo colectivo sino al personal (Zouda, 2018). En consecuencia, hay que considerar la discriminación que a efectos de realización personal supone para las mujeres la privación de su presencia en las áreas científico-tecnológicas y matemáticas.

Investigaciones dedicadas a analizar las causas del interés de los estudiantes en las áreas STEM y del desarrollo de vocaciones en estas áreas, enfatizan que las actividades extraescolares se han convertido en un medio para que los estudiantes comprendan mejor los conceptos y procedimientos científicos y desarrollen mejores actitudes hacia la ciencia. Los estudios informan que involucrar a los estudiantes en actividades extracurriculares cultiva su interés hacia las áreas científico-técnicas y matemáticas, alentándolos así a considerar los campos STEM como una profesión. Los estudiantes con experiencias positivas en estas áreas los primeros años de su educación, tanto en la escuela como fuera de ella, tienen más probabilidades de elegir en el futuro dedicarse a carreras relacionadas con los campos STEM. Además, se hace hincapié en que los resultados son especialmente importante para las niñas, que incluso más que los niños, muestran cambios positivos tanto en la percepción de habilidades como en los intereses profesionales (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin y Lissitsa, 2016).

Por ello, el futuro profesorado debe ser capaz de desarrollar enfoques más humanísticos de la ciencia que involucren a todos los estudiantes y que generen referentes con los que se puedan identificar tanto niños como niñas. Una forma de afrontar esta construcción de referentes es dar visibilidad a las aportaciones de las mujeres en los campos científico-tecnológicos. Para tal fin puede ser propicia la realización de talleres, tanto en contextos formales como informales, pues la metodología del taller educativo constituye una alternativa interesante y eficaz para la puesta en marcha de intervenciones didácticas con perspectiva de género (Fuentes, 2013). Esta metodología se nutre de las concepciones de taller como “espacio-tiempo para la vivencia, la reflexión y la conceptualización” (Maya, 1996, p.14), como “lugar de manufactura y mentefactura” donde, mediante “el interjuego de los participantes con la tarea, confluyen pensamiento, sentimiento y acción. El taller, en síntesis, puede convertirse en el lugar del vínculo, la participación, la comunicación y, por ende, lugar de producción social de hechos y conocimientos” (p.15).

En el presente estudio se muestran resultados preliminares de una propuesta formativa en la que futuros docentes de Educación Infantil diseñaron talleres educativos partiendo de la contribución de una científica, y los implementaron con alumnado real fuera de su centro escolar. El diseño de los talleres por los futuros docentes fue parte de la propuesta formativa, que tenía como objetivo general introducir la perspectiva de género en la formación del profesorado de ciencias.

Así, los objetivos de este estudio se concretan en las siguientes preguntas de investigación: a) ¿Dan visibilidad a la científica elegida los futuros docentes en los talleres educativos que implementaron con alumnado real? b) ¿En los talleres implementados se abordan contenidos científicos con perspectiva de género?

MARCO TEÓRICO

Los resultados de investigaciones empíricas recientes indican la falta de igualdad de género en los campos STEM, evidenciada en la baja representación de mujeres tanto en la educación superior como en el ejercicio de carreras relacionadas con las áreas STEM. Por ello, son múltiples las fuentes que apoyan la idea de que el género es un elemento a considerar en los estudios dedicados a determinar los factores que afectan al interés en cursar estudios superiores en áreas STEM. La literatura rebela que existe una brecha de género en este sentido y apunta que los estereotipos de género pueden desanimar a las chicas a la hora de tomar la decisión de escoger cursar estudios superiores en áreas científicas. Como idea que parece contradictoria, aparece el hecho de que aunque las chicas tengan interés en las asignaturas de ciencias, pocas deciden cursar carreras de ciencias y se apunta como posible porqué que las mujeres se ven influenciadas por otras razones distintas que los hombres a la hora de escoger sus carreras, pensando más en trabajos que les permitan cuidar de los demás que obtener sueldos más altos (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin y Lissitsa, 2016). Esto podría contrarrestarse proyectando una idea de las áreas científico-técnicas como conocimiento aplicado al servicio de la sociedad, no como instrumentos para obtener un mayor poder adquisitivo.

De hecho, hay voces que se alzan para proclamar que la educación STEM no debe abordarse mediante una perspectiva meramente productiva que convierta a la formación científico-técnica en un elemento de poder. En este sentido, la incorporación de las mujeres a las áreas STEM, en lugar de guiarse por la lógica de que se necesitan mujeres para cubrir la demanda de profesionales en estos campos, debería partir de lo que las áreas STEM pueden ofrecer a la formación integral y la realización personal de las mujeres y cómo ellas podría beneficiarse al implicarse en dichos campos (Zouda, 2018). La idea clave no sería tanto que la sociedad debe aprovechar el "talento científico" de las mujeres, sino más bien que las mujeres merecen desarrollar ese talento.

Muchos estudios apoyan que el sentido de la propia identidad es un factor determinante en cómo los estudiantes responden a las materias en la escuela y señalan cómo la identidad de género influye de forma crucial en la implicación de los estudiantes con las ciencias (Archer et al., 2010). Por ello, es crucial abordar la educación científica mediante una perspectiva que tenga en cuenta la identidad de género, siendo conscientes de que el interés y el compromiso de los niños y las niñas con las ciencias será moldeado por lo que ven como deseable y constitutivo de sí mismos, de su "yo". De ahí la necesidad de construir referentes dando visibilidad a las aportaciones no solo de hombres sino también de mujeres científicas, y resaltando la faceta humana de las personas que se dedican a los campos científico-técnicos. El fin último es no segregar la imagen de la mujer como persona, de la imagen de la mujer como científica, sino solapar ambas facetas en una única imagen, en consonancia con los modelos de liderazgo integrados que tienen en cuenta la cultura de género (Cheung y Halpern, 2010). Ello busca favorecer la identificación de las niñas con estas figuras haciendo que se conviertan en verdaderos referentes, en lugar de rechazarlas por inalcanzables y/o indeseables (Bamberger, 2014).

METODOLOGÍA

La muestra estudiada consta de 12 grabaciones en vídeo de la implementación de talleres educativos para alumnado de educación infantil, realizados por 56 estudiantes del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Málaga que cursaban una asignatura del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales durante el segundo semestre del curso 2017-18. De los 56 estudiantes, 55 eran mujeres y uno era hombre.

Los datos analizados se obtuvieron a partir de la realización de una serie de actividades incluidas dentro de una propuesta formativa centrada en la visibilidad de las aportaciones de las mujeres a los campos científico-técnicos y la incorporación de la perspectiva de género en la educación científica (Martín-Gámez, 2019). En dicha propuesta, los docentes en formación trabajaron en pequeños grupos de cuatro a cinco miembros para diseñar talleres educativos dirigidos a alumnado de educación infantil tomando como punto de partida un determinado tema relacionado con las ciencias, al que debían asociar una científica reconocida.

El objetivo general de los talleres debía ser abordar la visibilidad de dicha científica elegida por el grupo de trabajo, junto con los contenidos científicos relacionados con el tema asignado. La actividad final de la propuesta consistió en la implementación de los talleres educativos con alumnado real que se desplazó de su centro educativo a la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga.

Cada grupo de trabajo realizó una grabación de vídeo de unos 10 minutos de duración, recogiendo la implementación de su taller con el alumnado de educación infantil participante en la iniciativa. El estudio de los vídeos, de carácter cualitativo, se llevó a cabo mediante análisis del contenido (Schreirer, 2012) empleando un instrumento en forma de rúbrica definido por las autoras y basado en categorías emergentes. En esta comunicación se muestran los resultados correspondientes al análisis de la medida en que los talleres implementados visibilizan a una científica determinada, sus aportaciones científico-técnicas y otros aspectos relacionados con su vida. . Los criterios considerados en la rúbrica de análisis, junto con la descripción de sus niveles de logro se incluyen en la Tabla 1.

RESULTADOS

El resultado obtenido empleando la rúbrica definida para analizar las grabaciones de vídeo correspondientes a la implementación de los talleres se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia y descripción de los niveles de logro de cada criterio de la rúbrica para el análisis del contenido de las grabaciones en vídeo de la implementación de los talleres

CRITERIO	NIVEL DE LOGRO	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
Visualización de la mujer en los talleres	N0	No se visualiza	0 (0%)
	N1	Se presenta a la científica y/o su aportación más relevante	10 (83%)
	N2	Se presenta a la científica y su aportación más relevante, además de otros aspectos (dificultades, contexto social, logros, etc.)	2 (17%)
Perspectiva de género en los contenidos	S1	Actividad/es propuesta/s en el taller solo aborda/n contenidos científicos	12 (100%)
	S2	Actividad/es propuesta/s en el taller solo aborda/n aspectos relacionados con el género	0 (0%)
	S3	Actividad/es propuesta/s en el taller aborda/n aspectos relacionados con el género y contenidos científicos pero desconectados	0 (0%)
	S4	Actividad/es propuesta/s en el taller aborda/n contenidos científicos desde una perspectiva de género	0 (0%)

Considerando los datos recogidos en la Tabla 1 se encuentra que, merced a lo recogido en las grabaciones de vídeo de los docentes en formación, todos los talleres implementados con alumnado real de educación primaria dieron visibilidad a la científica elegida y/o su aportación más relevante, alcanzando, al menos, el nivel N1. Dos de los talleres, incluso, alcanzan el nivel N2 al incorporar otros aspectos relacionados con la vida y la

trayectoria de la científica (dificultades, contexto social, logros, etc.). Concretamente, uno de los vídeos recoge cómo en este taller se presenta a la científica diciendo su nombre, que vivió hace mucho tiempo y que trabajaba en un laboratorio, además de aludir a un hecho estrictamente ajeno a lo científico: el incendio de su laboratorio. En otro de los talleres implementado, según lo recogido en el vídeo correspondiente, se hace alusión a que la científica tuvo que hacerse pasar por hombre para poder desarrollar su carrera científica.

Sin embargo, en lo que respecta a la integración de la perspectiva de género en los contenidos, los resultados del análisis no son tan favorables, pues según lo recogido en los vídeos todos los talleres implementados por los docentes en formación abordaron los contenidos científicos sin incorporar dicha perspectiva, quedándose todos ellos en el nivel S1. En un caso, se hace un intento de forma superficial, proponiendo que alumnado de educación infantil participante en el taller se caracteriza de la científica para realizar las actividades del taller.

En las figuras 1 y 2 se muestran ejemplos de los vídeos realizados por los docentes en formación recogiendo la implementación de los talleres con alumnado real de educación infantil, fuera de su centro escolar.

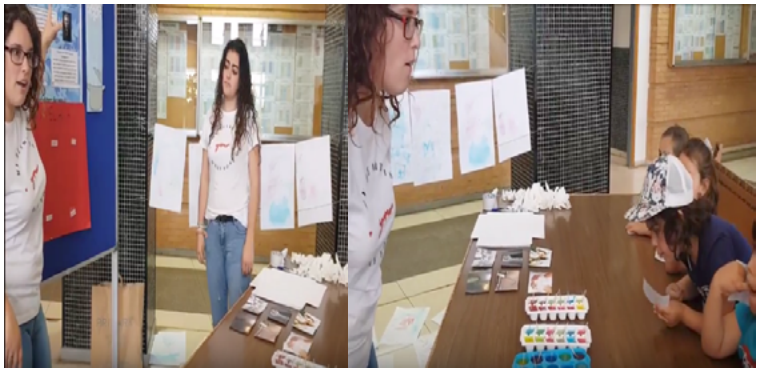


Figura 1. Capturas del vídeo realizado por un grupo de participantes, correspondientes a la implementación de su taller con alumnado real de educación infantil fuera de su centro escolar (ejemplo de taller categorizado como N2 en cuanto la visibilidad de la científica)

Figura 2. Capturas del vídeo realizado por un grupo de participantes, correspondientes a la implementación de su taller con alumnado real de educación infantil fuera de su centro escolar (ejemplo de taller categorizado como S1 en lo relativo a la perspectiva de género en los contenidos)

CONCLUSIONES

A la primera pregunta de investigación, ¿Dan visibilidad a la científica elegida los futuros docentes en los talleres educativos que implementaron con alumnado real?, puede responderse afirmativamente puesto que los docentes en formación sí que consiguieron dar visibilidad a las científicas elegidas en la implementación de sus talleres con el alumnado de Educación Infantil participante. A pesar de ello, en términos generales, esta visibilidad no suele extenderse a lo largo de toda la duración de los talleres, sino que, en la mayoría de los casos, se realiza en la introducción del taller, pasando luego "concentrarse" en trabajar los contenidos científicos relacionados con el tema asignado dejando de lado la figura de la científica y su conexión con dicho tema.

Con respecto a la segunda pregunta de investigación, ¿En los talleres implementados se abordan contenidos científicos con perspectiva de género?, los resultados parecen revelar que el profesorado en formación no entiende de forma profunda la idea de integrar la perspectiva de género en los contenidos científicos y a lo más que llega es a "combinar" la visibilidad de la científica elegida con la realización de las actividades del taller. Esto puede haberse visto favorecido por el hecho de que se tomó como punto de partida un determinado tema relacionado con las ciencias al que cada grupo de trabajo vinculó a una científica reconocida tras un proceso de búsqueda de información, en lugar de proceder de forma inversa. Es decir, en lugar de partir de un proceso de búsqueda de referentes femeninos en la ciencia, elegidos por los docentes en formación, que derivase en una conexión con contenidos científicos abordables en la etapa de educación infantil. Quizás de este modo, en más casos, el eje vertebrador de los talleres habría sido la científica elegida en vez del tema asignado. Además, puede que así se promoviese en mayor medida que la visibilidad de la científica elegida fuese más patente a lo largo del todo el taller y no solo en el momento de la presentación del mismo, como ocurre en la mayoría de los talleres implementados.

Los resultados obtenidos señalan la idoneidad de este tipo de propuestas en la formación del profesorado para afianzar la construcción de referentes femeninos en las áreas científico-técnicas y la visibilidad de la mujer en la historia de la ciencia. Asimismo, dichos resultados apuntan a la necesidad de seguir desarrollando estas propuestas a fin de incidir en la incorporación de la perspectiva de género al abordar contenidos científicos por parte de los futuros docentes.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto "Análisis didáctico de unidades de enseñanza y aprendizaje en libros de texto de matemáticas y ciencias desde una perspectiva de género" (PGC2018-094114-A-I00) financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11 year old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. Science Education, 94(4), 617-639. https://doi.org/10.1002/sce.20399

Bamberger, Y. M. (2014). Encouraging girls into science and technology with feminine role model: Does this work?. *Journal of Science Education and Technology, 23*(4), 549-561. https://doi.org/10.1007/s10956-014-9487-7

Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M., & Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. International Journal of Science Education, 38(3), 366-390. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143137

Cheung, F. M. y Halpern, D. F. (2010). Women at the top: Powerful leaders define success as work + family in a culture of gender. *American Psychologist*, *65*(3), 182–193. https://doi.org/10.1037/a0017309

Fuentes, J. (2013). Educación literaria y democracia: El taller educativo con perspectiva de género en la ESO. *Revista de Didácticas Específicas*, 8, 81-98.

Martín-Gámez, C. (2019). Una propuesta formativa para integrar la perspectiva de género en la enseñanza de las ciencias. *Boletín ENCIC*, *3*(2), 145-147.

Maya, A. (1996). *El taller educativo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Schreirer, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Londres: Sage.

Zouda, M. (2018). Issues of power and control in STEM education: a reading through the postmodern condition. *Cultural Studies of Science Education*, *13*(4), 1109-1128. https://doi.org/10.1007/s11422-017-9820-6

S24 Juegos clásicos adaptados y material casero para aprender Física y Química

José Manuel Montejo Bernardo

Departamento de Ciencias de la Educación. Facultad de Formación del Profesorado y Educación. Universidad de Oviedo. montejojose@uniovi.es

RESUMEN

El empleo de juegos y juguetes se ha probado como un método eficaz para acercar la ciencia a los alumnos de una forma atractiva, captando así su atención y permitiendo un aprendizaje participativo e interesante para el estudiante. En este trabajo se muestran algunos materiales que han sido adaptados para trabajar contenidos de Química y Física con los futuros maestros de Educación Primaria. Se ha empleado una versión química del juego *hundir la flota* para trabajar contenidos de la tabla periódica, se ha diseñado una edición especial del *quién es quién* con los rostros de científicos clave en la historia de la ciencia, y con materiales cotidianos se han construido una serie de juguetes científicos cuyo funcionamiento se basa en principios físicos. Con el empleo de todo este material se ha conseguido aumentar el número de alumnos asistentes a las clases, su participación en las mismas y en consecuencia también han mejorado los resultados en los exámenes finales. Al ser preguntados los estudiantes consideran muy útiles estos materiales y afirman que los usarán en las aulas.

Palabras clave: Física y Química, Educación Primaria, Juegos, Juguetes

INTRODUCCIÓN

No es sencillo captar el interés de los alumnos del grado de Maestro en Educación Primaria hacia las Ciencias Experimentales ya que estas asignaturas no figuran entre sus favoritas y tampoco se sienten cómodos cuando les toca hablar de ciencia a sus alumnos. Hace falta pues buscar metodologías y/o herramientas que despierten su interés, acercarles las ciencias de una forma diferente a la clase magistral, y dichos recursos han de poder usarlos en su futura labor docente.

Los estudiantes del Grado de Maestro en EP y (la enseñanza de) las Ciencias Experimentales

Los estudiantes del grado de Maestro en Educación Primaria muestran una baja predisposición hacia las Ciencias Experimentales (García-Carmona y Cruz-Guzman, 2016), justificando dicha actitud con su formación preuniversitaria, puesto que "son de letras" (Vílchez-González, Carrillo-Rosúa, Rodríguez-Sabiote y Jiménez-Tejada, 2015). Afirman que no valen para las ciencias, que no se les dan y que no las entienden. No se sienten seguros enseñando ese tipo de contenidos y en sus periodos de prácticas o en su futura actividad docente procuran no salirse de lo que pone en el libro de texto.

Juegos y juguetes para las clases de Ciencias Experimentales

El empleo de juegos y juguetes para enseñar física y química no es algo nuevo y existen muchos trabajos sobre el tema (Levinstein, 1982; Russell, 1999; López-García, 2004; Sarquis y Sarquis, 2011; Kian-Lim, 2013). Varias son las funciones y ventajas que tiene el empleo de estos materiales en el aula. En primer lugar, captar la atención y despertar el interés entre los alumnos hacia la ciencia al incluir el entretenimiento en el propio proceso de aprendizaje (Featonby, 2005; Lozano-Luc**ía, 2012**), lográndose además este último casi de una forma inconsciente entre los alumnos. Así pues, su uso no debe orientarse únicamente a despertar la curiosidad, han de servir también para que los estudiantes aprendan "casi sin esfuerzo" el contenido técnico que hay detrás de la actividad (Solbes, Lozano y García-Molina, 2008). El uso de juegos y juguetes permite hacer una evaluación de conocimientos previos, facilita la comprensión de conceptos y permite evaluar los temas desarrollados (Clerici, 2012). Además, este tipo de recursos proporciona materiales a los futuros maestros para utilizarlos en sus clases de ciencias, con los que se sientan cómodos, a gusto y confiados (Selinger, 2013).

Pero los contenidos de Química y Física en la Educación Primaria son muy limitados y se trabajan en poca profundidad, lo que condiciona y limita el número y la variedad de los juguetes que se pueden utilizar. Es por ello que son bastantes pocos los trabajos en los que se presentan propuestas sobre el uso de juegos o juguetes como recurso didáctico para la enseñanza de la ciencia en Educación Primaria (Watson y Watson, 1987; Häusermann, 2011; Montejo, 2017; Montejo, 2018; Montejo, 2019).

OBJETIVOS Y MATERIALES EMPLEADOS

Con esas dos consideraciones en mente (ventajas y escasa oferta), desde el curso 2018/2019 se ha estado trabajando en la versión científica de dos juegos de mesa muy conocidos y se han llevado al aula algunos juguetes científicos "artesanales". Varios son los objetivos que se han considerado a la hora de incluirlos dentro de la programación de la asignatura:

*Tratar de acercar la ciencia a los alumnos de una forma diferente, lúdica y atractiva.

*Evaluar la validez y campo de aplicación de este tipo de recursos en el Grado de Maestro en Educación primaria.

*Proporcionar a los futuros egresados herramientas con las que puedan sentirse cómodos y seguros para hablar de ciencia a sus futuros alumnos

Juegos clásicos adaptados a la enseñanza de las Ciencias Experimentales

Batalla naval química

Es una adaptación con un enfoque químico del popular juego "Hundir la flota", y la idea fundamental de esta propuesta es doble. Por una parte, el manejo de la tabla periódica de los elementos químicos para familiarizarse con ella y con las múltiples informaciones que contiene sobre los 118 elementos existentes en la actualidad y, por otra parte, el poder reconocer algunos de los instrumentos más comunes que se pueden emplear en un laboratorio de química. Para ello se ha diseñado una tabla periódica con las celdillas cuadradas que hace las veces de tablero de combate (**Figura 1 izquierda**). Los barcos se han sustituido por algunos de los materiales más habituales en un laboratorio de química a nivel de colegio o instituto (**Figura 1 derecha**): probeta, bureta, pipeta Pasteur, tubo de ensayo, matraz Erlenmeyer, matraz aforado, vaso de precipitados y tubos Eppendorf. Para señalar los disparos se utilizan tapones, rojos para los disparos fallidos, verdes o azules para los disparos certeros y negros para los impactos recibidos.

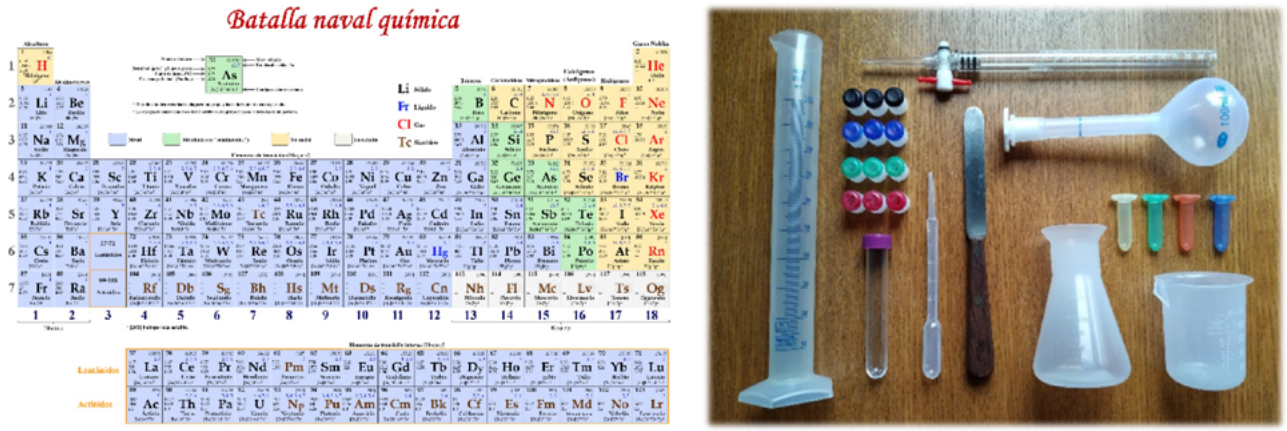


Figura 1. Tablero de batalla y barcos del juego "Batalla naval química"

Para la partida se forman dos equipos de 6-8 componentes, el equipo verde y el equipo azul. El profesor puede pedir a cada equipo que alguno de los barcos sea colocado en determinadas posiciones, por ejemplo "ha de haber un barco en los gases" o "uno de los barcos tiene que estar en el grupo de los alcalinos", etc. Para decidir quién empieza a disparar se plantea una pregunta del tipo "¿Cuál es el símbolo del elemento…?", o "Decidme un elemento que se encuentre en estado líquido a temperatura ambiente". El equipo que primero responda de forma correcta comienza.

Para realizar un disparo debe indicarse al menos el número atómico y el símbolo o el nombre del elemento objetivo. El profesor puede decidir si desea que se dé más información (carácter metálico, estado de agregación, etc.). Los barcos hundidos se retiran del tablero, indicando su nombre y mostrándolo al equipo contrario. La partida se acaba cuando se han hundido todos los barcos de uno de los equipos o al cabo de un tiempo prefijado por el profesor.

Quién es quién científico

Se ha seguido el diseño del juego "¿Quién es quién?" pero sustituyendo los personajes por el rostro de 22 grandes

científicos en los campos de la química, la física, la astronomía y la biología: Koch, Cajal, Roentgen, Darwin, Galileo, Mendeleiev, Arquímedes, Da Vinci, Rutherford, Laue, Einstein, Planck, Tesla, Kepler, Bohr, Heisenberg, Mendel, Newton, Lavoisier, Schrödinger, Ochoa y Kepler. Las imágenes se han obtenido de la Wikipedia y la razón de que sean todos hombres es por la facilidad que ofrecen para hacer preguntas que permitan distinguirlos, tal como se detalla a continuación. Actualmente se está trabajando en encontrar un número similar de científicas cuyas fotografías permitan poder incluirlas en el juego. Para cada uno de los científicos se ha creado un tarjetón a tamaño DIN A4 con su fotografía y se ha añadido tres iconos informativos: una medalla Nobel si es ganador de dicho premio, una bata blanca si sus principales trabajos son de tipo experimental y un lápiz si lo son de tipo teórico. (**Figura 2**).

Figura 2. Ejemplo de alguno de los científicos del "Quién es quién científico"

Las preguntas que se pueden hacer para ir descartando candidatos son: ¿Tiene barba/bigote?, ¿Es calvo?, ¿Lleva gafas?, ¿Lleva corbata/pajarita?, ¿Ganó el premio Nobel?, ¿Es teórico/experimental? A cada jugador se le entrega además una hoja en la que se indica la disciplina o disciplinas en las que destacó cada científico. La idea futura es integrar esa y otra información (principales trabajos, nacionalidad, fecha de nacimiento y muerte, etc.) en las respectivas tarjetas. Se puede jugar de dos formas. Si hay suficientes alumnos en el aula se separan en dos equipos, y a cada miembro de cada equipo se le entrega una tarjeta de uno de los científicos. Los dos jugadores que se enfrentan van mandando bajar la tarjeta a los miembros de su equipo en función de las respuestas dadas por su contrincante a sus preguntas. Si no hay suficientes alumnos en el aula para esta modalidad de juego, se distribuyen en dos equipos y se juega con dos ordenadores. En cada uno de ellos se abre un fichero en el que aparecen las imágenes de los 22 científicos. De mutuo acuerdo cada equipo va haciendo preguntas al equipo contrario y eliminando personajes en la diapositiva hasta que uno de los dos equipos acierte el científico elegido por el equipo rival.

Juguetes hechos con materiales cotidianos

Se han empleado para trabajar contendidos de física con los estudiantes del Grado, pero a la hora de seleccionarlos se han considerado también cuatro aspectos fundamentales de cara al uso de los mismos por parte de sus futuros alumnos de Educación Primaria: utilizar materiales cotidianos conocidos, de modo que puedan asociar la ciencia con objetos de su vida diaria, que ellos mismos los puedan construir, que no sean peligrosos, y que les sirvan para familiarizarse con algún concepto o fenómeno físico.

El ludión o diablillo de Descartes

El modelo más habitual consiste en un diablillo de vidrio o una medusa de plástico, huecos y con un pequeño orificio. Flotan en el agua dentro de una botella, se hunden al apretarla y vuelven a flotar al dejar de apretar.

Existen diversas versiones caseras: un cuentagotas, un tubo de ensayo, globos y una tuerca, etc. Se ha elegido una opción basada en una carcasa de bolígrafo con clips y una goma para sujetarlos a la misma, que se puede decorar con el dibujo de un/a submarinista (**Figura 3a**). Los estudiantes han de calibrar el peso que añaden al bolígrafo (cuántos clips le ponen y de qué tamaño) para que el ludión flote inicialmente, pero se consiga hundir al apretar la botella.

Esferas de Magdeburgo

La versión en juguete es una réplica en plástico y en miniatura del original del Otto von Guericke (la bomba "de vacío" es ahora una jeringa). Al sacar el aire entre ambas semiesferas, estas no se sueltan e incluso pueden aguantar un cierto peso debido a la acción de la presión atmosférica que actúa sobre ellas manteniéndolas unidas. La versión casera del juguete se puede hacer con dos desatascadores, una caja de tetrabrik o, y esa es la opción elegida, con una botella de plástico de agua (**Figura 3b**). Comprimir y estirar la botella sin ponerle el tapón no tiene ninguna dificultad, pero intentar estirarla una vez está comprimida y con el tapón puesto implica luchar contra la presión atmosférica y ahí comprueban los alumnos lo fuerte que esta es.

Las habas saltarinas

Consisten en cápsulas huecas de plástico con una bola en su interior que, por la forma en la que se mueven girando sobre sí mismas, parecen estar vivas cuando se les hace descender por un plano inclinado. La versión casera se hizo con un canutillo de papel y una canica en su interior. La cápsula de papel se diseñó con los laterales de los extremos abiertos (**Figura 3c**) para poder ver el movimiento de la canica. Este juguete permite trabajar algunos contenidos sobre energía y también repasar los diferentes componentes de una de las máquinas simples que se estudian en EP, el plano inclinado.

El periscopio

En los periscopios reales los componentes ópticos están constituidos por prismas, pero en los modelos de juguete se utilizan espejos, más simples y baratos. A partir de un modelo comercial de juguete hecho con cartón se diseñó una plantilla (**Figura 3d**) para montar nuestro propio periscopio con cartulina y pequeños espejos y trabajar el fenómeno de la reflexión de la luz.

EMPLEO DE LOS RECURSOS Y RESULTADOS

Los juegos se usaron en las clases de Teoría y en las Prácticas de Aula y los juguetes (comerciales y artesanales) en las Prácticas de Laboratorio (PLs). El juego "Batalla naval química" se empleó para que los alumnos se familiarizaran con la tabla periódica y supieran reconocer algunas de sus características fundamentales: distribución en periodos y grupos, separación entre metales y no metales, elementos representativos y de transición, etc. También sirvió para saber interpretar la información que aparece en la casilla de cada elemento, y para aprenderse el nombre y el símbolo de algunos de los elementos de uso más habitual en las clases de química. Todo este trabajo quedó reflejado en un mejor rendimiento en los exámenes en las cuestiones relacionadas con la tabla periódica. Así por ejemplo en una pregunta sobre número atómico y símbolos químicos se pasó de un porcentaje de acierto por debajo del 80% en cursos anteriores a un valor por encima del 90% en el curso 2018/2019.

Figura 3. Juguetes científicos comerciales y su versión con materiales cotidianos. **a)** Ludión, **b)** Esferas de Magdeburgo, **c)** Haba saltarina y **d)** Periscopio

Casi la cuarta parte de los alumnos de 3º del Grado no saben nombrar un científico extranjero que no sea Einstein, y más de la mitad no saben dar el nombre de un científico español. Con el empleo del "Quién es Quién científico" se trata de cambiar de esta situación, dando a conocer a los alumnos los dos premios Nobel nacionales que tenemos en ciencia (ver **Figura 2**) y el rostro y algunos datos técnicos de algunos de los mayores científicos de la historia (está pendiente, y en proceso, el incluir a científicas). En clases posteriores aparecieron varias veces nombres de científicos incluidos en el juego y los alumnos afirmaban que, al menos, les sonaban los nombres e incluso daban algún dato de alguno de ellos.

Además de en el aspecto formativo, el empleo de ambos juegos ha servido para aumentar la asistencia a las clases con respecto a cursos anteriores, un mayor interés en los contenidos de la asignatura y una mayor participación activa en el aula, posiblemente motivada por sentirse más seguros a la hora de plantear cuestiones o de responder a las preguntas del profesor.

Con la construcción y uso de los juguetes científicos "caseros" en las PLs, no solo se trabajan contenidos de física vistos en el aula y algunos nuevos, también se están trabajando las disciplinas STEAM. Trabajamos las Ciencias al analizar cómo funciona cada uno de los juguetes, por qué el ludión flota o se hunde, por qué las dos semiesferas no se separan, qué hace moverse a las habas saltarinas o cómo se trasmite la luz y qué es la reflexión. La Tecnología y la Ingeniería están presentes en la propia construcción de cada uno de los juguetes y al hablar de los diseños de los periscopios modernos o del empleo del efecto sifón (basado en la presión atmosférica) en instalaciones hidráulicas. Dibujar, recortar y decorar los materiales para construir el periscopio, las habas saltarinas y el/la submarinista del ludión implica poner en práctica y desarrollar competencias de Arte. Y finalmente, las prácticas en las que se "juega" con las esferas de Magdeburgo y con las habas saltarinas, incluyen una serie de cuestiones cuya resolución supone el realizar varios cálculos Matemáticos.

Acabadas las clases, se preguntó en el campus virtual si pensaban utilizar los juegos y juguetes vistos en clase (u otros similares) con sus futuros alumnos. La respuesta podía ser SÍ (1 punto), NO (0 puntos) o No SÉ (0,5 puntos). Respondieron 23 estudiantes en el curso 2018/2019 y 29 en el 2019/2020 (más o menos una cuarta parte del total que acudían regularmente a las clases). Las valoraciones fueron de 48,5 puntos para los juegos y de 51 para los juguetes. Algunas respuestas incluían además comentarios indicando lo motivadoras que habían sido ambas herramientas destacando su utilidad didáctica y formativa.

CONCLUSIONES

Los juegos adaptados y lo juguetes "caseros" se han mostrado como unos recursos muy válidos para tratar temas de química y física de una atractiva para los alumnos del Grado de Maestro en EP. Su empleo en la asignatura "Didáctica de las Ciencias Experimentales" tiene un impacto positivo en los resultados académicos de los estudiantes. Asimismo, al ser preguntados sobre su posible uso en su futura labor docente, los estudiantes responden de forma favorable, indicando mayoritariamente que los implementarán en sus clases, puesto que los encuentran muy adecuados desde los puntos de vista motivacional e instructivo. De hecho, varios de ellos ya los emplean en sus periodos de practicum en tercer y cuarto curso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clerici, C. (2012). El juego como estrategia de enseñanza y aprendizaje en el nivel superior. *Revista Diálogos Pedagógicos*, *19*(2), 136-140.

Featonby, D. (2005) Toys and physics. *Physics Education*, *40*(6), 537-543.

García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016) ¿Con qué vivencias, potencialidades y predisposiciones inician los futuros docentes de Educación Primaria su formación en la enseñanza de la ciencia? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13* (2), 440-458.

Häusermann, G. (2011). La enseñanza de la física a través de los juguetes. *Alambique,67*, 79-87.

Kian-Lim, B. (2013). Toying with Science. *Procedia*, *90*, 72-77.

Levinstein, H. (1982). The physics of toys.*The Physics Teacher*, *20*(6), 358-365.

Lozano Lucía, O. R. (2012). La ciencia recreativa como herramienta para motivar y mejorarla adquisición de competencias argumentativas. *Enseñanza de las Ciencias*, *31*(3),272-273.

López-García, V. (2004). La física de los juguetes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *1*(1), 17-30.

Montejo-Bernardo, J. M. (2017). Juguetes científicos para enseñar física y química. Ejemplos de su uso en Educación Primaria. En *Propuestas de innovación educativa en la sociedad de la información* (pp. 106-121). Eindhoven: Adaya Press.

Montejo-Bernardo, J. M. (2018). Piezas de construcción y globos: propuesta didáctica para trabajar contenidos de química con futuros Maestros de Educación Primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 69-79. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.3438

Montejo-Bernardo, J. M. (2019). Herramientas didácticas lúdicas para maestros de Educación Primaria en sus clases de ciencias. *Boletín ENCIC*, *3*(2), 54-56.

Russell, J. V. (1999). Using Games to Teach Chemistry: An Annotated Bibliography. *Journal of Chemical Education*, *76* (4), 481-484.

Sarquis, J. L., Sarquis, M. y Williams, J. P. (1995). *Teaching Chemistry with Toys*. Ohio:Terrific Science Press, Mc-

Graw Hill.

Selinger, R. (2013). Toying with science. *MRS Bulletin*, *38*, 759-760.

Solbes, J., Lozano, O. y García-Molina, R. (2008). Juegos, juguetes y pequeñas experiencias tecnocientíficas en la enseñanza-aprendizaje de la Física y Química y la Tecnología. *Investigación en la escuela*, *65*, 71-87.

Vílchez-González, J. M.; Carrillo-Rosúa, J.; Rodríguez-Sabiote, C. y Jiménez-Tejada, M. P. (2015). Imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *29*, 157-172. DOI: https://doi.org/10.7203/dces.29.4283

Watson, J. R. y Watson, N. T. (1987). Physics toy chest. *The Physics Teacher*, *25*(9),564-589.

S25 Evaluación de un prototipo de juego de mesa colaborativo para la formación del profesorado en el cambio global

Dalia Garrido-Rosales, Beatriz Pérez-Fernández, Mercedes Vázquez-Vílchez, Alicia Fernández-Oliveras

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. mmvazquez@ugr.es

RESUMEN

El cambio climático afectará notablemente a la vida de las próximas generaciones y es incuestionable que ha de formarse al futuro profesorado en este sentido. Pero tal cambio sólo es uno de los cinco motores o componentes del "cambio global", que es como se ha denominado al conjunto de cambios antropogénicos, tanto biofísicos como socioeconómicos, que están alterando la estructura y el funcionamiento del sistema Tierra. El juego educativo "Un planeta en el abismo" es un juego de mesa colaborativo diseñado para introducir el concepto de cambio global trabajando sus distintos componentes. Esta comunicación forma parte del estudio para el desarrollo del prototipo de dicho juego educativo, que incluye varias fases: diseño centrado en los usuarios, validación e implementación-evaluación. De esta última se muestran resultados preliminares obtenidos con alumnado del Grado en Educación Primaria.

Palabras clave: aprendizaje basado en juegos; juegos educativos; juegos de mesa; cambio global; formación del profesorado.

INTRODUCCIÓN

El cambio global es un término complejo que es generalmente desconocido, siendo confundido con cambio climático. El cambio global hace referencia a los cambios medioambientales provocados por la actividad humana y que afectan al funcionamiento del sistema Tierra. El cambio global incluye cinco componentes: contaminación atmosférica, cambios en el uso del suelo, ciclos biogeoquímicos, cambio climático y cambios en la biodiversidad.

En la **última década** se ha progresado mucho en el campo de la protección medioambiental. Sin embargo, aunque la población parece estar concienciada respecto a los temas medioambientales, hay una discrepancia entre las convicciones expresadas y el comportamiento de amplios segmentos de la población (ej. Duarte et al., 2006; Jaén y Barbudo, 2010). En este sentido, la educación medioambiental podría disminuir esta brecha y mejorar las condiciones necesarias para alcanzar la sostenibilidad.

El objetivo principal de este trabajo es evaluar el impacto educativo en docentes de primaria en formación inicial de un juego de mesa de tipo colaborativo llamado "Un planeta en el abismo", elaborado por Pérez-Fernández (2018) bajo la dirección de Vázquez-Vílchez y Fernández-Oliveras (Pérez-Fernández, Vázquez-Vílchez y Fernández-Oliveras, 2019). Concretamente, se pretende comprobar si el este juego permite la ampliación de los conocimientos sobre el cambio global, y en qué grado se fomenta la conciencia de las interrelaciones entre las acciones humanas y la crisis ambiental actual. Además, evaluamos si los estudiantes comprenden que la adopción de ciertas prácticas podría ayudarles a lograr un estilo de vida sostenible.

MARCO TEÓRICO

Aprendizaje basado en juegos

El aprendizaje basado en juegos es una metodología que proporciona a los estudiantes numerosos beneficios. Los juegos inducen a los estudiantes a aprender de forma más fácil, divertida y atractiva y, por lo tanto, constituyen una poderosa estrategia didáctica. Los juegos facilitan el aprendizaje experiencial, ya que los jugadores intentan reproducir el contexto proporcionado por el juego lo más cerca posible de la realidad. El aprendizaje experiencial busca involucrar a los estudiantes a través de la educación y el entretenimiento, donde los estudiantes desarrollan destrezas de pensamiento y generan una respuesta emocional. En consecuencia, los juegos proporcionan un valioso entorno de aprendizaje para la educación para la sostenibilidad, ya que hacen participar a los estudiantes en actividades cognitivamente exigentes que entrañan actitudes y destrezas para la resolución de problemas y la toma de decisiones (Fabricatore y López, 2012).

La educación para la sostenibilidad requiere la participación de los estudiantes mediante un enfoque de colaboración, activo y centrado en el estudiante, a fin de invitar a los estudiantes a reflexionar sobre los desafíos de la sociedad y su papel como individuos para abordarlos (ej. Selin, 2016). En este sentido, Lizzio y Wilson (2008) consideran que el juego es una estrategia didáctica valiosa, ya que ofrece oportunidades para cambiar los comportamientos, desarrollar ideas y fomentar la colaboración en el entorno seguro del juego. Así, el juego puede mejorar la experiencia y el compromiso de los estudiantes mediante el aprendizaje entre pares, la colaboración, la negociación y la resolución de problemas. Estos efectos se potencian aún más si el juego es de tipo colaborativo.

Juego "Un Planeta en el Abismo"

Este juego educativo está basado en la idea de un juego de mesa comercial llamado "La isla prohibida". Como el juego comercial, el juego educativo "Un planeta en el Abismo" elaborado por Pérez-Fernández (2018), es de tipo colaborativo, por lo que todos los jugadores deben de dialogar y participar en la toma de decisiones, ya

que o ganan todos los participantes o pierden todos. El juego está diseñado para usar entre dos y cuatro peones, si bien el número de jugadores puede ampliarse agrupándose estos por parejas o dividiendo las funciones entre los jugadores, dada la naturaleza colaborativa del juego. El juego da a conocer, a través del tablero, 24 ecosistemas diferentes que se encuentran en el planeta Tierra y que están siendo afectados, o serán afectados en un futuro próximo, por el cambio global (Figura 1).

Mediante las cartas de impacto, los jugadores/as, podrán descubrir el impacto del cambio global en cada uno de los 24 ecosistemas. Existen ecosistemas que pueden estar alejados del entorno del alumnado, con el fin de despertar su curiosidad, como es el mar de Aral, la Tundra o los manglares, y también se presentan ecosistemas más cercanos, que hacen que sienta una mayor conexión con el juego como, por ejemplo, la ciudad de Londres o el bosque mediterráneo. El alumnado también aprenderá el ecosistema en el que habitan en concreto cuatro especies animales en extinción: el caribú (tundra), el elefante africano (sabana), el orangután (selva) y el lince ibérico (bosque mediterráneo). El objetivo del juego consiste en que entre todos los jugadores/as rescaten las cuatro especies en extinción en sus correspondientes ecosistemas.

Figura 1. Disposición del tablero y demás componentes del juego "Un planeta en el abismo". (P**érez-**Fernández, 2018; Pérez-Fernández et al., 2019)

Durante el desarrollo del juego irán apareciendo cartas que presentan preguntas acerca de los diferentes motores del cambio global, las llamadas "cartas para ecólogos". Los participantes deben responder a estos retos y luego contrastar su respuesta en Internet, lo que hace que el alumnado sea consciente de su nivel de conocimientos y aprenda de sus fallos, además le permite entrenarse en la gestión de la gran cantidad de información que ofrecen los buscadores de Internet y cuya fiabilidad depende de la fuente que aporte la información. Este juego trabaja tanto contenidos conceptuales y procedimentales como actitudinales y presenta tres niveles diferentes de dificultad registrados en las "cartas de ecólogos". El juego permite la evaluación del aprendizaje del alumnado, que puede realizarse mediante observación directa, un portfolio con las respuestas a las "cartas para ecólogos" e incluso una prueba escrita u oral tras el juego.

El juego "Un planeta en el abismo" se desarrolló con el fin de cumplir los siguientes objetivos didácticos: concienciar sobre el cambio global y sus consecuencias, presentar al alumnado los distintos componentes o motores del cambio global y educar en un estilo de vida sostenible. Para comprobar que el juego consigue alcanzar los objetivos en este trabajo se ha llevado a cabo una validación que incluye la implementación del juego con maestros de educación primaria en formación inicial.

METODOLOGÍA

El juego fue validado e implementado en dos etapas consecutivas: Fase 1: evaluación-rediseño y Fase 2: implementación-evaluación. Los resultados de la primera fase sirvieron como una retroalimentación para la mejora e implementación del juego.

Fase 1. Fase de evaluación-rediseño

La primera fase de evaluación-rediseño se realizó con la participación de 6 futuros docentes de educación secundaria y bachillerato, estudiantes de m**áster** de la Universidad de Granada (especialidad Biología y Geología), considerados como expertos. En esta fase se elaboró un cuestionario, contestado de forma individual por los expertos tras jugar una partida, que evalúa la usabilidad y analiza los elementos comunicativos y educativos del juego por medio de ítems con respuesta múltiple y de preguntas abiertas.

La elaboración de los ítems para la evaluación de la usabilidad está basada en el cuestionario *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996) para evaluar la usabilidad y funcionalidad. Esta parte del cuestionario está formada por 4 ítems que se valoran de 1 a 4, siendo 1 "muy en desacuerdo", 2 "en desacuerdo", 3 "de acuerdo" y 4 "muy de acuerdo"; y 2 preguntas abiertas para recoger opiniones acerca de cómo mejorar la usabilidad y los puntos fuertes del juego.

Con el fin de evaluar los aspectos comunicativos y educativos del juego se adaptaron los indicadores propuestos por Ouariachi, Olvera-Lobo, y Gutiérrez-Pérez (2017). Se elaboraron 6 ítems para evaluar la jugabilidad (número de jugadores, tipo de juego, duración,...), 3 ítems sobre los contenidos y otros 3 ítems para analizar el valor didáctico (desarrollo de competencias, habilidades, evaluación). Al igual que con la usabilidad, todos los ítems se valoran de 1 a 4, siendo 1 "muy en desacuerdo y 4 "muy de acuerdo", y al final se hizo una pregunta abierta para recoger propuestas de mejora de cada aspecto (jugabilidad, contenidos y didáctica). También se añadió una escala de valoración general del juego de 1 a 10, una pregunta para saber si usarían el juego como material didáctico en sus clases, con tres opciones de respuesta, "Sí", "No" y "Tal vez"; y una pregunta abierta final para conocer la opinión general del juego.

Fase 2. Fase de implementación-evaluación

La segunda fase se realizó con dos grupos de alumnado del 3er curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada matriculado en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II (N=115). La implementación se realizó en 4 sesiones, de 2 horas cada una, dividiendo al alumnado en 5 grupos de 6-7. A cada grupo se entregó un juego.

En esta fase se llevó a cabo una evaluación del aprendizaje del alumnado mediante la realización de un pretest y un postest. Ambos cuestionarios constaron de dos preguntas abiertas:

1. ¿Qué es el Cambio Global y qué consecuencias tiene?
2. ¿Crees que algo de lo que tú haces tiene que ver con el Cambio Global? En caso afirmativo, indica qué.

En el postest se realizó una pregunta final destinada a evaluar la experiencia del alumnado durante el juego, solicitando a los participantes que expresaran qué opinaban del juego. Además, estos contestaron los cuestionarios de usabilidad y de motivación, este último basado en el *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI) (McAuley, Duncan y Tammen, 1989).

RESULTADOS

Fase de evaluación-rediseño

Las respuestas a los cuestionarios dadas por los expertos muestran que los participantes encontraron dificultades a la hora de entender las instrucciones. A pesar de esto, afirmaron que jugar es fácil. En general, la jugabilidad fue evaluada de forma positiva. Los expertos estuvieron de acuerdo en que el número de jugadores (valor medio = M=3), el tipo de juego (M=3.7), la duración y la misión del juego son adecuados (M=3), mientras que la dinámica del juego fue valorada como inadecuada (M=2.2), debido al desacuerdo de los participantes con algunas normas.

La mayoría reconoció que el juego es entretenido y valoró muy positivamente sus contenidos (M>3). Según los expertos el juego desarrolla competencias clave, así como destrezas. Sin embargo, la mitad cree que no permite una evaluación del aprendizaje (M=2.7). En cuanto a la opinión general sobre el juego, la mayoría hizo hincapié en que era necesario hacer más fáciles las instrucciones y cambiar algunas reglas para que el juego no fuera tan difícil de ganar y no desmotive a los jugadores.

Tras analizar estos resultados, teniendo en cuenta las opiniones y propuestas de los futuros docentes de secundaria y bachillerato que actuaron como expertos, se decidió llevar a cabo algunos cambios en el juego para mejorar su dinámica. Estos incidieron especialmente en rebajar el nivel de dificultad para conseguir la victoria.

5.2. Fase de implementación-evaluación

En el pretest, la mayoría del futuro profesorado de educación primaria confunde el cambio global con el cambio climático o sólo es capaz de establecer relación con este factor. También es muy común que lo relacione con el calentamiento global. Generalmente, menciona como consecuencias el deshielo de los polos y el aumento de temperatura de la Tierra, como se muestra en el siguiente ejemplo:

“El cambio global es el cambio que está sufriendo el planeta debido a acciones de los seres humanos. Sus consecuencias son la destrucción de la capa de ozono, los cambios de temperatura, el efecto invernadero, el deshielo de los polos.”

También hay participantes que lo confunden con la globalización y/o lo describen como un cambio que tiene consecuencias negativas y positivas, como, por ejemplo los avances tecnológicos:

“El cambio global son todos aquellos cambios que se producen en el planeta debido a la intervención humana. Por lo que se refiere a las consecuencias, podemos extraer tanto positivas como negativas. Negativas: deterioro del terreno y de la atmósfera. Positivas: mejora de la calidad de vida.”

Generalmente, consideran que los causantes del cambio global son los seres humanos y que este cambio se produce por la contaminación, la destrucción de la capa de ozono o el efecto invernadero, pero no son capaces de ver que hay otras actividades humanas que también componen este cambio, como puede ser la urbanización de zonas naturales. Además presentan dificultades en reconocer que ellos realizan actividades a diario que afectan al cambio global. Parte de ellos describe acciones como reciclar o ahorrar agua (p. ej., “Yo todos los días en mi casa reciclo la basura, en mi opinión esto es muy importante y se debería de concienciar desde edades tempranas. También intento ahorrar el máximo agua posible…”) y algunos reconocen que usan el coche cuando podrían utilizar el transporte público u otros medios que no contaminen.

En sus respuestas al postest sigue habiendo participantes que definen al cambio global como un cambio climático, mostrando dificultades para relacionar los demás factores. Sin embargo, ha aumentado la parte de docentes en formación que introduce en su definición como causa la actividad humana y reconoce que es un cambio ambiental. En general, la mayoría comienza a introducir como consecuencias la pérdida de biodiversidad y/o la destrucción de ecosistemas, como se muestra en el siguiente ejemplo:

"El cambio global son las acciones que realiza el ser humano y que afectan a todo el mundo… Existen consecuencias como la desaparición de algunas especies o ecosistemas."

El profesorado en formación que no sabía definir el cambio global o que lo definía como algo positivo, tras la implementación del juego, tiene claro que las consecuencias de este son negativas y reconoce llevar a cabo diariamente actividades que contribuyen a este cambio como el uso del coche, no reciclar, usar plástico, malgastar agua o utilizar productos que contienen compuestos orgánicos volátiles.

En el cuestionario de satisfacción, la mayoría ha valorado positivamente tanto la usabilidad como la motivación del juego (M>3). Generalmente, lo que más ha gustado ha sido el tipo de juego, es decir, que sea colaborativo. También ha gustado el contenido y la temática, tener que salvar las especies y poder conocer más sobre distintos ecosistemas y cómo estamos causando un grave impacto en estos. En general, el profesorado de educación primaria en formación ha descrito el juego como entretenido y muy didáctico, con el que se aprenden contenidos importantes y se crea conciencia ambiental. Sin embargo, una mayoría expone que en un principio les ha parecido difícil jugar y que habría que mejorar las instrucciones. Algunos valoran positivamente el tener que responder las preguntas en grupo, debatirlas y realizar una búsqueda de las respuestas correctas en internet, declarando que eso ha enriquecido su aprendizaje.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos comprobado que el juego "Un planeta en el abismo" tiene como puntos fuertes su parte lúdica y la temática, la cual ha resultado atractiva al alumnado del Grado de Educación Primaria. El juego les ha parecido divertido y, sobre todo, ha gustado que sea de tipo colaborativo. Aunque en un principio las instrucciones resultan complejas, no suponen una limitación una vez comenzado el juego. Se ha podido constatar que aspectos como la usabilidad, motivación, contenidos, jugabilidad y didáctica del juego son positivos. Por otra parte, hemos podido comprobar que el juego no ofrece al alumnado el aprendizaje de la definición de cambio global, aunque sí hace que este aumente su conocimiento general acerca de este concepto.

REFERENCIAS

Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. En P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester y I. L. McClelland (Eds.). *Usability evaluation in industry* (pp.189–194). London, Reino Unido: Taylor y Francis.

Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo Buendía, M., Ríos, A. F., Simó, R. y Valladares, F. (2006). *Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra* (Colección Divulgación). Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Fabricatore, C. y Lopez, X. (2012). Sustainability learning through gaming: an exploratory study, *Electronic Journal of E-Learning*, 10(2), 209-222.

Jaén, M. y Barbudo, P. (2010). Evolución de las percepciones medioambientales de los alumnos de educación secundaria en un curso académico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 7, 247–259.

Lizzio, A. y Wilson, K. (2008). Feedback on assessment: students' perceptions of quality and effectiveness. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, *33*(3), 263-275. DOI: https://doi.org/10.1080/02602930701292548.

McAuley, E., Duncan, T. y Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, *60*(1), 48-58.

Ouariachi, T., Olvera-Lobo, M. D. y Gutiérrez-Pérez, J. (2017). Evaluación de juegos online para la enseñanza y aprendizaje del cambio climático. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*,

35(1), 193–214. DOI: https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2088.

Pérez Fernández, B. (2018). *Un planeta en el abismo: Propuesta para la educación científica en bachillerato a través de un juego de mesa sobre el cambio global*. Trabajo Final de Máster. Máster Oficial Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Granada: Universidad de Granada. Recuperado de: https://digibug.ugr.es/handle/10481/53824.

Pérez-Fernández, B, Vázquez-Vílchez, M. y Fernández-Oliveras, A. (2019). A Proposal for Global-Change Education based on an educational board game: A Planet on the Abyss. *SHS Web Conferences*, *ERPA International Congresses on Education 2019 (ERPA 2019)*, 66, 1-8. DOI: https://doi.org/10.1051/shsconf/20196601029.

Selin, E. (2016). Teaching and Learning from Environmental Summits: COP 21 and Beyond. *Global Environmental Politics*, 16(3), 31-40. DOI: https://dx.doi.org/10.1162/GLEP_a_00364.

S26 Robótica para docentes en formación

Sebastián Rubio García y Manuel Mora Márquez

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Córdoba. sjrubio@uco.es

RESUMEN

Se presenta una experiencia que usa la robótica como estrategia de enseñanza para alumnado de la Universidad de Córdoba, del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria, en relación con temáticas relativas a la Física y Química. Los resultados demostraron que un elevado porcentaje de los docentes en formación no dominaba conceptos básicos de robótica ni de lenguajes de programación al inicio de las actividades, por lo que no se consideraban competentes para incorporar estas estrategias en su labor docente. Mediante las actividades presentadas, se familiarizaron con los fundamentos de la programación de objetos (Scratch) y programaron algunos robots sencillos, tanto de construcción original (LEGO) como de uso comercial (BlueBot). Se comprobó que el nivel de motivación aumentó considerablemente y los contenidos fueron asimilados de forma significativa, además de adquirir competencias transversales de gran importancia en su futura labor docente.

Palabras clave: Robótica; Educación; Formación inicial profesorado; Ciencias; Innovación.

INTRODUCCIÓN

La Robótica Educativa (en adelante, RE), es una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (en adelante, E-A) que se centra en metodologías de trabajo cooperativas y activas, entre las que se destacan el trabajo por proyectos o el aprendizaje basado en retos, entre otras (Blanca Hernández y Guerra Ramos, 2016; Miller y Nourbakhsh, 2016). Entre sus virtudes destaca el hecho de que, como han manifestado

otros autores (Benarroch Benarroch y Núñez, 2015), consigue facilitar el aprendizaje de conceptos complejos además de mejorar las competencias básicas. Desde la bibliografía se infiere que tiene como objetivo motivar a los estudiantes para que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras (Barrera Lombana, 2015). Esto la convierte en una opción con gran potencial, principalmente a la hora de trabajar conceptos abstractos relacionados con las ciencias o la tecnología (Puig y Bargalló, 2017). Además de lo señalado, las principales ventajas que aporta la RE al proceso E-A aluden a la mejora del pensamiento abstracto y computacional (Bers y col., 2014) así como de la visión espacial en el alumnado (Mubin y col., 2018).

Al aplicar la RE en el aula, se crean situaciones didácticas basadas en retos (con la implicación del alumnado motivada por la competitividad intrínseca) en las que se deban poner en práctica conceptos de carácter científico. De esta forma, el alumnado experimenta situaciones reales en las que se enfrenta a problemas, puede plantear soluciones e interactuar con otros estudiantes dentro de un escenario concreto (Moore, 2013). La RE parte del principio piagetiano de que no hay aprendizaje sin la participación de los discentes en la construcción de su propio conocimiento (Ruiz-Velasco-Sánchez, 2007). De esta forma, se pone a disposición del alumnado la oportunidad de poder trabajar conceptos del currículum escolar de una forma práctica y en un ambiente de aprendizaje cercano a la metodología del juego experimental. No obstante, sus posibilidades en el aula son menores por falta de información específica por parte del profesorado (Conchinha, D'Abreu y Freitas, 2015), dificultad que intenta paliarse con esta propuesta.

Así, en lo referente a la formación inicial del profesorado consideramos necesario la inclusión de bloques temáticos destinados, no solo a profundizar en contenidos epistémicos, sino también a promover la adquisición de habilidades relacionadas con prácticas innovadoras que motiven y faciliten el aprendizaje de dichos contenidos de ciencias, contribuyendo así a una educación científica de calidad, actual y conforme a las demandas de la sociedad. En este trabajo se presentan las iniciativas llevadas a cabo aplicando la RE en el proceso de E-A de conceptos curriculares de carácter científico-tecnológico en el proceso de formación pedagógica del profesorado del "Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas", de la Universidad de Córdoba, en la especialidad de Física y Química. Se espera que la aplicación de esta metodología promueva: (i) la adquisición de conocimientos y competencias clave relacionadas con la enseñanza de los bloques de contenidos de Física y Química; (ii) la familiarización con el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza de las ciencias en la etapa de educación secundaria y (iii) la adquisición de habilidades para diseñar propuestas didácticas basadas en metodologías activas y en el uso de la RE para la enseñanza de contenidos científicos.

El trabajo en robótica, su sistematización y su forma de resolver problemas se ha implementado, en los últimos años, dentro de la educación no reglada y siempre desde el plano de impartición de talleres extracurriculares. Esta herramienta se convierte en una innovación que se sitúa en el plano intermedio entre el alumnado y la resolución de situaciones/problemas (Chavarría y Mella, 2010). En este sentido, Ocaña en 2010 ya aseguraba que la RE permite desarrollar competencias básicas como son:

- Analizar y resolver problemas, así como la toma de decisiones: poniendo en juego la habilidad mental, el pensamiento reflexivo, el sentido de anticipación y las actitudes creativas.
- Pensamiento científico (García y Reyes, 2012): potenciando las actitudes científicas, el conocimiento de la cultura tecnológica y su desarrollo histórico y la capacidad de búsqueda y manejo de información.
- Desarrollo social y habilidades comunicativas: trabajando la autoestima, el liderazgo, el trabajo tanto de forma colaborativa en equipo como de forma autónoma.
- Construcción activa del conocimiento (Dochshanov y Lapina, 2020): realizando actividades en un ambiente que fomenta el interés y la curiosidad.

La integración de los fundamentos tecnológicos dentro de la educación permite una mejora de las actitudes de docentes y discentes (Christensen, 2002). Asimismo, la RE conduce a desarrollar las llamadas inteligencias múltiples (Gardner, 1998):

- La Inteligencia Lógico-Matemática: aplicando cálculos numéricos y patrones lógicos de programación.
- La Inteligencia Espacial: a través de la imagen, la figura, el espacio y sus interrelaciones.
- La Inteligencia Lingüística: ampliando el vocabulario mediante el lenguaje técnico de la robótica en la ejecución de sus trabajos.
- La Inteligencia Kinestésica: mejorando la coordinación corporal al hacer trabajos de construcción.
- La Inteligencia Interpersonal: mediante el trabajo en grupo.
- La Inteligencia Intrapersonal: reconociendo virtudes y defectos propios en cada rol asignado dentro del grupo.
- La Inteligencia Musical: construyendo robots con sensores de sonido, en formato de instrumento musical o herramientas relacionadas con la música.
- La Inteligencia Naturalista: en proyectos medioambientales.

Por último, la RE entronca directamente con la metodología STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), desarrollada para promover un aprendizaje de las ciencias más pragmático y realista, centrado en contextos de interés para el alumnado donde la utilidad de los contenidos conceptuales aprendidos quede patente y en donde se aplican enfoques multidisciplinares para la resolución de problemas cotidianos. El enfoque STEM se sustenta en un proceso integrado de la enseñanza de las ciencias con un enfoque tecnológico para la resolución de problemas reales (Kim y col., 2015). Esta metodología STEM tiene sus raíces en la metodología de aula de trabajo por retos, por proyectos y por indagación, que proporciona grandes ventajas en la mejora de las actitudes del alumnado hacia las ciencias, así como en el desarrollo del pensamiento crítico, resolutivo, colaborativo y reflexivo, competencias de incuestionable valía para garantizar el desarrollo de una sociedad más preparada para implicarse en la toma de decisiones y la participación activa y responsable en los problemas de la sociedad.

Este concepto se quedó hace años corto, por lo que evolucionó a STEAM al añadirse la A de Artistics para poner en práctica destrezas como la imaginación y la creatividad. En la actualidad se ha forjado un nuevo término, que queremos señalar aquí, que son las herramientas STREAM, con la adición de la R de Robotics. De este modo, se integra y potencia el uso de la robótica como medio para alcanzar el aprendizaje de ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y arte, dando lugar a una metodología robusta y con mucho potencial por desarrollar. Para que se desplieguen todas estas potencialidades, el primer paso fundamental es formar al profesorado, leitmotiv del presente trabajo.

METODOLOGÍA

Esta iniciativa lleva dos cursos en marcha, desarrollándose en el contexto del "Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas", de la Universidad de Córdoba, en la especialidad de Física y Química, y dentro de la asignatura de la especialidad "Innovación e Investigación educativa".

Tradicionalmente, en esta asignatura se mostraban recursos docentes de la especialidad y se realizaban experiencias de laboratorio "típicas", que englobaban tanto prácticas clásicas como el uso de laboratorios vir-

tuales. A través de esta innovación se ha intentado transmitir los contenidos curriculares de forma diferente, empleando programación y robótica en un intento de mejorar el proceso de E-A de estos futuros docentes.

Este trabajo puede ser calificado como investigativo de corte cualitativo (investigación-acción en el aula), pues no existe una pretensión empírico analítica de poner a prueba teorías o hipótesis; se pretende propiciar la reflexión, buscando la comprensión de fenómenos sociales y bases lógico-matemáticas para, de esta forma, identificar rutas de acción que permitan a los docentes mejorar su calidad de vida de las futuras generaciones a partir del análisis que hagan de su contexto y de su propia experiencia. Se persigue una investigación orientada a la acción que emerja de una reflexión profunda y que lleve a que los discentes intervengan activamente en la toma de decisiones, conduciéndolos a la solución de los problemas que puedan surgir.

Siguiendo la propuesta realizada originariamente por Bruner sobre el uso del juego como andamiaje (Navarro, 2008), se diseñó un modelo de ambiente para el aprendizaje lúdico que puede representarse esquemáticamente según el mapa conceptual creado por Barrera Lombana (2015) (figura 1).

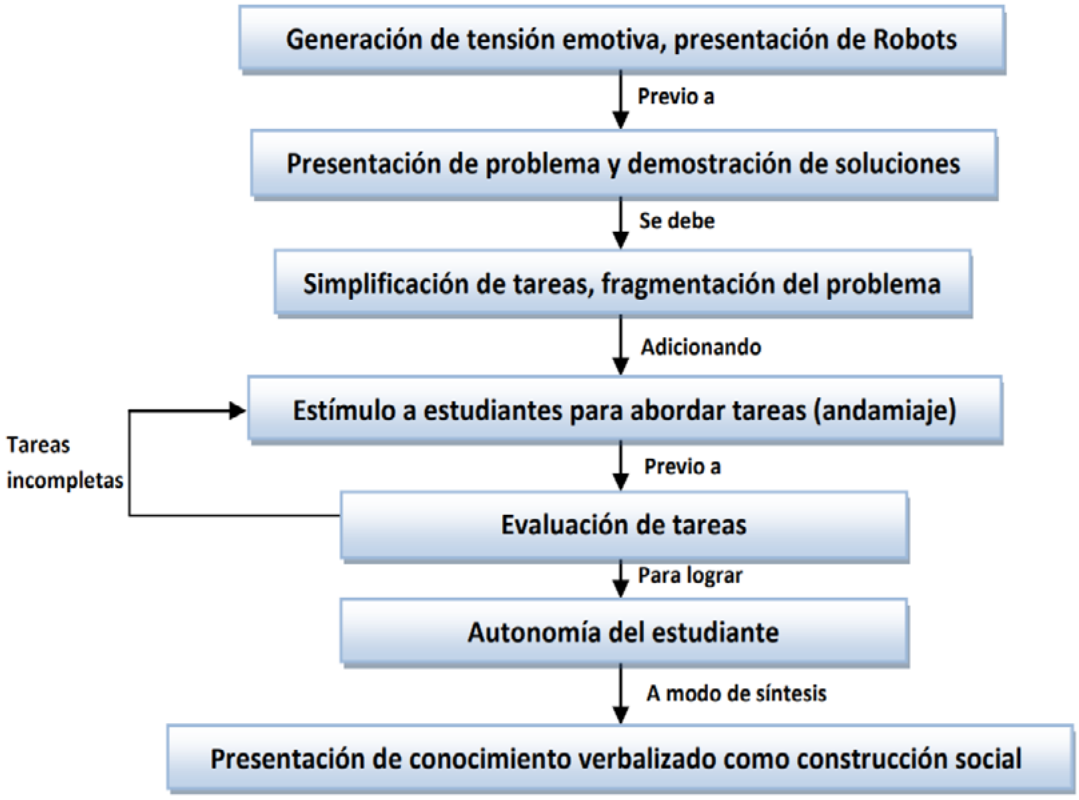


Figura 1. Mapa conceptual de la propuesta de Bruner, adaptada por Barrera Lombana (2015)

Se empleó una sesión para introducir conceptos básicos de programación, empleando piezas LEGO (pack LEGO WEDO 2.0). El alumnado, que no había tenido contacto con la robótica anteriormente, construyó y programó un barco, una peonza y una catapulta (figura 2), compitiendo entre los miembros de la clase para ganar "duelos" de tiempo girando (en el caso de la peonza) o longitud alcanzada (en el caso de la catapulta). En estas construcciones, se enseñó el modelo básico, haciendo hincapié en el soporte científico de la construcción a realizar y, una vez chequeado el correcto funcionamiento del ingenio mecánico, se dejaba un tiempo adicional para mejorar dicho ingenio, para lo cual, en este problema planteado, el alumnado debía reflexionar sobre los

conceptos físicos puestos en juego (momentos de rotación y angular, en el caso de la peonza, o el uso de engranajes y poleas, en el caso de la catapulta).

El empleo de gamificación, como recurso adicional, fue muy eficaz y motivador para el alumnado, logrando un clima de aula idóneo para la impartición de estas clases, considerando al final de las distintas sesiones que habían aprendido un nuevo modo de impartir docencia. En poco más de dos horas nuestro alumnado dominaba ya técnicas básicas para diseñar robots simples con motores y sensores de proximidad.

Figura 2. Reto catapulta con los docentes en formación

En una segunda sesión se introdujo el lenguaje Scratch, novedoso para la mayoría, pero muy intuitivo y potente. Con este lenguaje llegaron a programar un juego sencillo y a manejar el controlador de los robots que habían construido en la primera sesión. Este paso incrementa notablemente la dificultad de lo aprendido, ya que introducía un nuevo lenguaje, la programación por bloques a nivel básico, logrando el andamiaje necesario para que el alumnado perciba que controla los procesos y se capacite para enfrentar problemas complejos que se les puedan plantear.

En una tercera sesión, se presentaron los robots BlueBot (figura 3). Pensados especialmente para Educación Infantil, estos robots comerciales son muy útiles para desarrollar habilidades como la anticipación de acciones, codificación de tareas o trabajo en equipo, así una iniciación a la programación básica (adelante/atrás, giro izquierda/derecha). Se dividió a la clase en cuatro grupos de cinco personas cada uno para realizar un reto: hacer que el robot recogiera el mayor número de garbanzos repartidos por el tapete llevándolos hasta un destino concreto, dentro del tiempo asignado. Los tapetes se diseñaron como cuadrículas de dimensiones iguales al paso básico del robot, facilitando así la programación de este. El alumnado no sólo tuvo que iniciarse en esta programación sino que tuvo que adaptar su robot para que pudiera arrastrar o llevar el mayor número de legumbres.

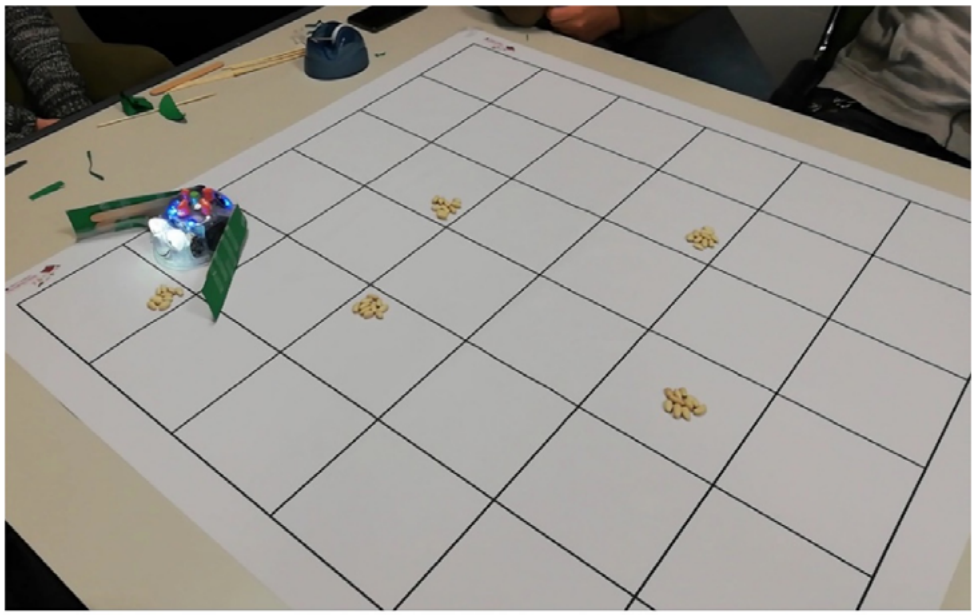


Figura 3. Uso de los robots comerciales BlueBot en el reto planteado en la propuesta

RESULTADOS

Si bien no se presentan resultados cuantitativos, sí debemos incidir en los resultados cualitativos que obtuvimos de las reflexiones llevadas a cabo por ellas y ellos. Para ello, se les paso un breve cuestionario para recoger impresiones, donde sus comentarios fueron muy positivos y nos permitieron asentar la idea base de este trabajo, acercar nuevos recursos al profesorado en formación. En este sentido, la inclusión de la robótica en educación pretende como propósito el trabajar en el alumnado competencias básicas, como son el aprendizaje colaborativo, la toma de decisión en equipo, la planificación de acciones o el dominio de la tecnología, entre otras, y aplicarlas a la resolución de problemas concretos.

La robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores (Pozo, 2005). Esto es justo lo que pudimos experimentar con nuestro alumnado, comprobando que su tiempo "pasaba muy rápido" y que consideraban "haber aprendido una herramienta nueva y útil". La idea nunca fue que aprendieran solo robótica, sino que conocieran los recursos y que se despertara la curiosidad por emplearlos en su docencia de Química y Física, adaptándolos a sus necesidades concretas (curso y/o nivel educativo al que iría destinado la experiencia).

Estos resultados, aunque cualitativos, son prometedores para realizar estudios posteriores más detallados que esta experiencia, por ello nuestro grupo de investigación continúa trabajando para mejorar la didáctica de este tipo de recursos, diseñando instrumentos potentes para poder hacer análisis cuantitativos que permitan validar la propuesta aquí desglosada.

CONCLUSIONES

La robótica se ha venido practicando en educación en diferentes países de Asia, haciendo cada vez más popular su uso dentro y fuera de los planes curriculares de diferentes escuelas de todos los niveles educativos. Paí-

ses como Corea e India empezaron a incluir la robótica en actividades fuera de clases ya en 2010, llegándose incluso a reformar el esquema educativo, incluyendo la robótica dentro del aula. En Europa, y en concreto en nuestro país, estamos todavía en la fase de las actividades extracurriculares, pero cada vez son más las iniciativas que pretenden una modificación curricular de Infantil, Primaria y Secundaria para incluir la robótica y la introducción a la programación en todos los niveles, de forma que se tenga una sociedad formada en el manejo de una tecnología que nos rodea cada vez más. Después de los resultados obtenidos en esta iniciativa, concluimos que es necesario seguir trabajando en esta línea y obtener resultados que hagan entender a nuestros gobernantes la necesidad de formar a los y las menores en estas competencias, sabiendo que el paso fundamental para avanzar es formar al profesorado que se haría cargo de dicha docencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. Praxis & Saber, 6(11), 215-234. https://doi.org/10.19053/22160159.3582.

Benarroch Benarroch, A., & Núñez, G. I. (2015). Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos: una propuesta de evaluación. Enseñanza de las Ciencias, 33(2), 0009-27.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. Computers & Education, 72, 145-157.

Blancas Hernández, J. L., & Guerra Ramos, M. T. (2016). Trabajo por proyectos en el aula de ciencias de secundaria: tensiones curriculares y resoluciones docentes. Revista mexicana de investigación educativa, 21(68), 141-166.

Bruner, J. (1984). Acción, pensamiento y lenguaje. Madrid: Editorial Alianza.

Chavarría, M. y Mella, A. S. (2010). La robótica educativa como una innovativa interfaz educativa entre el alumno y una situación-problema. Didasc@lia: Didáctica y Educación, (2), 1-12.

Christensen, R. (2002). Effects of technology integration education on the attitudes of teachers and students. Journal of Research on Technology in Education, 34(7), 411-433.

Conchinha, C., D'Abreu, J.V.V. & Freitas, J. C. (2015). Percepção dos profesores portugueses sobre a robótica educativa aplicada às necesidades educativas especiais. Atas do Challenges 2015: Meio Século de TIC na Educação, Half a Century of ICT in Education, 52-62.

Dochshanov, A. M., Lapina, M. (2020). Robotics in STEM Education: a Multiperspective Strategy Case Study. International Scientic Conference Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education and Research, Stavropol, Dombay, Russia, 20-23 May 2019, published at http://ceur-ws.org.

García, Y. y Reyes, D. (2012). Robótica educativa y su potencial mediador en el desarrollo de las competencias asociadas a la alfabetización científica. Revista educación y tecnología, (2), 42-55.

Gardner, H. (1998). Inteligencias múltiples. Barcelona: Paidós.

Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. Computers & Education, 91, 14-31.

Miller, D. P., & Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for education. In Springer handbook of robotics (pp. 2115-2134). Springer, Cham.

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. Journal of Technology in Education and Learning, 1(209-0015), 13.

Ocaña, G. (2010). Robótica en el Aula. Una experiencia tecnológica para el desarrollo de Competencias Básí-

cas. Paradigma Digital. Revista de Divulgación Educativa,12, 160-173.

Pozo, E. G. (2005). Técnicas para la Implementación de la Robótica en la Educación Primaria. Recuperado en 2019, de complubot.educa.madrid.org.

Puig, N. S., & Bargalló, C. M. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. Ápice. Revista de educación científica, 1(1), 3-16.

Ruiz Velasco Sánchez, E. (2007). Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Ediciones Díaz de Santos.

Navarro, J. D. J. V. (2008). Ambientes lúdicos de aprendizaje: diseño y operación. Editorial Trillas.

EDGE 29